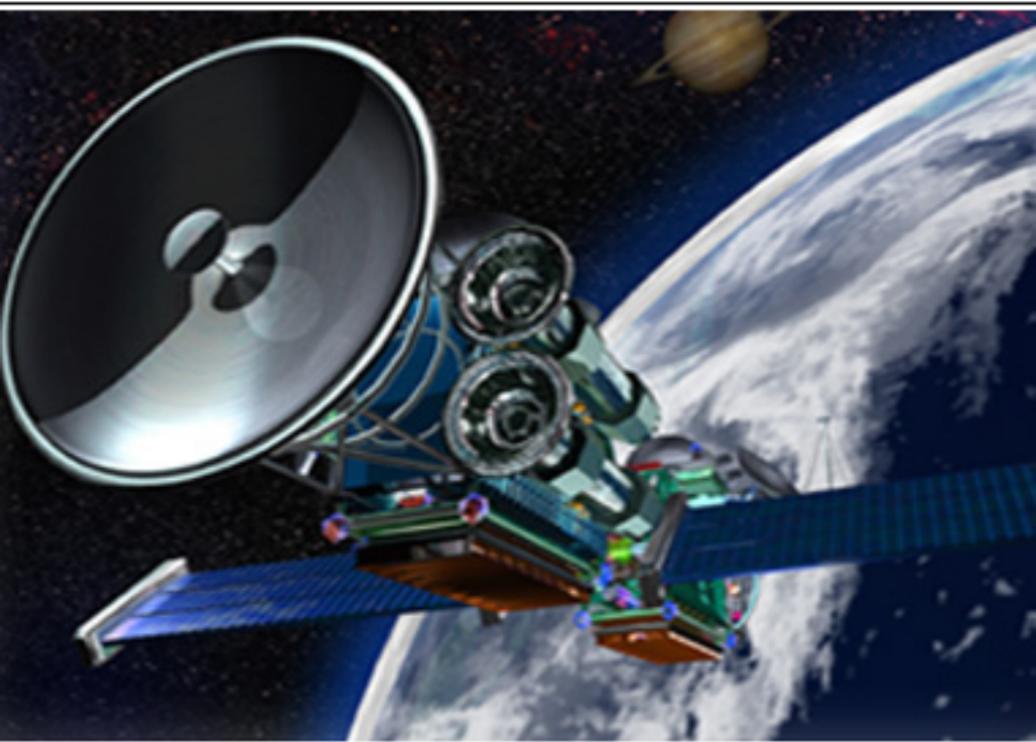


青少年科技知识文库

QINGSHAONIAN KEJI ZHISHI WENKU

信息社会与通信技术



科普教育与艺术修养
青苹果电子图书系列

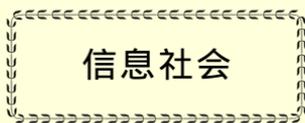
青少年科技知识文库

(8)

信息社会与通信技术

于 明 主编

目 录



一、漫长的萌芽期

从计算机的老祖宗谈起	2
计算机的一代先驱	12

二、独辟蹊径的人们

并非一枝独秀	27
布尔——计算机理论的奠基人	29

三、电子计算机的诞生

短暂的序幕	32
人类智慧的结晶	44

四、一代更比一代强

推陈出新,改朝换代	57
-----------------	----

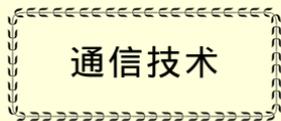
五、懂一点计算机

计算机的结构和二进制	68
------------------	----

各显神通的计算机部件	74
计算机软件	81
向数学家提出的挑战	86
救死扶伤显神威	90
方便生活的电脑	95
无法替代的“工具”	104
计算机步入艺术殿堂	111
运动场上的尝试,战场上的威力	115
并非十全十美	120

六、光辉灿烂的未来

高速计算机的发展	127
摆脱传统设计的束缚	128
超导技术的应用	130
硬件技术的革新	131
光学领域的新尝试	132
生物计算机	133



七、古代的通信

最简单的方式—人力通信	137
通信的早期变革	145

八、有线通信

电报的发明	157
-------------	-----

传真机	170
电话的发明	173
九、无线通信	
电磁波的发现	195
无线电通信的开端	201
无线电话的移动通信	211
广播和电视	218
雷达	228
发展中的无线电通信	230
十、卫星通信	
卫星通信的历史	235
人造卫星和同步通信卫星	240
卫星通信系统	245
十一、数字通信、数据通信和通信网	
数字通信	249
数据通信	255
通信网	259

A decorative border with a repeating floral or scrollwork pattern surrounds the central text.

信息社会

一、漫长的萌芽期

电子计算机作为当今社会信息化的核心,在工业、农业、商业、医疗、教学等各个领域得到了广泛应用。它代替了人类的脑力劳动和体力劳动,甚至比人做得更完美。从电子计算机的出现到现在,虽然只有四十多个年头,但它已经使人类社会发生了翻天覆地的变化,世界也因此以前所未有的速度发展。

世界上第一台电子计算机名叫“埃尼阿克”,它是 1946 年在美国宾夕法尼亚大学莫尔学院的实验室里诞生的,它的问世使人类社会进入了一个新的时代。虽然,它是“埃尼阿克”的发明者对人类社会做出的不可磨灭的贡献,但它不是一两个天才人物的创造。在此之前,就有无数的科学精英为它的出现奠定了雄厚的基础,它汲取了前人经验,发展了前人的思想。因此,“埃尼阿克”是全人类智慧的结晶。然而,它的孕育过程却经历了许多世纪的漫长岁月。

从计算机的老祖宗谈起

1. 从无到有说计数

早在人类进化的初期,人们不会使用工具,他们只是靠自己的双手采集一些野果等维持生活。随着人类大脑逐渐发达,

到了 3000 万年前,在非洲的卢多尔大湖畔和奥莫谷地,人类发明了第一批工具。虽然人们制造出了刀和尖这些非常简单的工具,它们可以用来砍树枝烧火,切割食物,但是这些工具却是很粗糙、笨拙的。

经过多年人类的进化,工具也有了一些改进。到了新石器时代,粗糙的工具制造得精细多了。制造工具的方法也从打砸进步到磨制。这个时代的工具,刀口变得更锋利,尖刺更加锐利,另外,石斧装上了木柄,使人们用起来更轻便,弯曲的树枝和兽筋组合起来变成了弓。人们把简单工具变成了复合工具。

所有这些早期人类制造的工具,都是体力劳动的工具,都是手的延伸和扩展。木矛使人的指甲更尖锐,石斧使人的力气更强大,弓箭使手投射得更远。对当时的人类来说,最重要的是觅食和御敌。人们发明这些工具就是要维持最基本的生存。

人类制造工具的过程就是形象思维的过程。但数学这种高度抽象思维的科学的出现却比较晚。在认识数之前,人类只能认识“有”和“无”,这是人们最关心的问题。抓到了野兽、鱼虾,采到了果子就是“有”,腹中无食,两手空空就是“无”。在认识了有无的基础上,人们慢慢地有了“多”“少”之分。随着人类进入私有制和交换的产生,多少的概念得到了发展,但是人们对数的概念还很模糊。过去我国的一些少数民族家庭里驯养鹿,由于他们缺乏计数能力,超过“5”,就数不清有多少鹿,只能说“很多”。他们是靠形状、大小、颜色认识自己有多少鹿,而不是靠计数得出鹿的个数。我国云南一个原始部落,由于计算能力较差,在进行交易时,如果用四包茶叶换两袋盐,就需要进行两次,先把茶叶分成两堆,再把每堆分成两包,先用两包

茶叶交换一袋盐,再用另两包茶叶换另一袋盐,由此可以看出原始社会抽象思维上的落后。随着社会的发展,人类思维的能力得到了很大发展。

人的手可以说是第一个天然的计算工具。很久以前,非洲一个叫达玛拉的原始部落,他们就以手指作为计算工具进行计数。在我国古代也是很早就依靠手指计算。在我们的成语词典中,还有“屈指可数”这样的成语,这就是我们的祖先用手指计算的证明。现在的小学生在开始学习计算时,也是从扳手指头开始的,我们现在所使用的十进制也与人手十个手指有着某些内在的联系。

图 8-1 原始的计数工具

人类不仅用手计数,还用石块、鳄鱼爪印作为计算工具。在拉丁文中,计算一词来源于“石块”,因为古代拉丁民族曾经用石块进行计算。在非洲一些民族的语言中,鳄鱼和计算在组词方面有着相同的部分,因为他们的祖先曾用鳄鱼作为计算工具。我们的祖先也曾用绳子计数,打来一只野兽就在绳子上

打一个结,打来五只,就在绳子上打五个结,数一下绳子上有多少个结,就知道打了多少野兽。这就是有名的“结绳记事”。

虽然人类开始使用了手、石块、绳子等计算工具,但是这些计算工具有很大的局限性。手指和脚趾加起来最多只能计算二十个数,再多的数就无法表示了,石块和绳子使用、携带都不方便,因此这些天然的计算工具已渐渐地不能适应人们的需要了。人类需要发明更好的计算工具。

2. 算筹虽小办大事

算筹是我国劳动人民最先创造和使用的一种非常简单的计算工具。它是人类最早的人造计算工具。算筹是怎样产生的呢?在《后汉书》中有这样一句话:“隶首则乱,陈子筹昏。”其中“乱”和“昏”的含义是形容禽兽多得不可计算,这说明远古时期,随着社会生产力的发展,使用手指计算和结绳记事的方法已经不能满足人们的需要了,于是人们开始使用“策”和“筹”。策是一种天然的细木枝,筹是人工的计算工具。

图 8-2

算筹发明于我国春秋战国时期。当时商业的发展非常迅速,货币开始普遍流通,人们在进行交易时需要计算,这就推动了计算工具的发展。当时算筹的应用已经非常普遍了,人们

大都借助算筹进行计算。《老子》这部书里这样写道：“善计者不用筹策。”这句话的意思是说：只有那些有较强计算能力、善于心算的人才不用算筹。一般的人计算时要使用算筹。可见算筹使用之广泛。

算筹是由直径 0.23 厘米(十分之一寸),长 13.8 厘米(六寸)的圆形小棍做成的。它们有的是用木头制作的叫木筹,还有竹筹、骨筹、牙筹和玉筹。它的使用方法与以前的计算工具有所不同。以前的计算工具一般是用多少来表示数的,而算筹采用的是一种排列方式表示数的大小。这种排列方式分横式和纵式两种。横式表示 1 至 9 的方法。纵式表示 1 至 9 的方法如图空位表示零。我们可以看出,横式中用“|”表示 5,纵式中用“—”表示 5,这给我们计算带来了很大方便。在表示一个数时,这两种方法要同时使用,个位、百位、万位用纵式,十位、千位用横式,不能用一根筹来单独表示 5。例如用算筹表示 2896,可以把算筹摆放成。在《孙子算法》一书中,归纳算筹的表示方法时说到:“凡算之法,先识其位,一纵十横,百立千僵,千十相望,万百相当,满六以上,五在上方,六不积算,五不单张。”人们在使用算筹的过程中,又发明辅助算筹的歌诀,它使算筹的速度更快,计算结果更准确。

算筹在数学、天文学等领域发挥了巨大的作用。我国古代的数学家们使用算筹这一先进的计算工具,创造出许多辉煌的成就,使我们的数学水平在当时处于世界领先的地位。南北朝时的数学家祖冲之就是用算筹计算出当时最精确的圆周率 π 值的结果在 $3.1415926 \sim 3.1415927$ 之间,这一结果比西方早了近一千年。计算这个值,需要进行 130 多次各种运算,如

果让我们今天用笔和纸来计算也要花许多时间的。而祖冲之却用算筹把它计算得比较精确。算筹的准确度也体现在天文学上。唐朝有位天文学家叫李淳风,他曾用算筹计算日食出现的时间。唐太宗听后不相信,就问李淳风,如果计算不准确,不

图 8—3 祖冲之在用算筹运算

出现日食怎样处置,李淳风非常有把握地对唐太宗说,如果不发生日食,情愿被处死。到了那一天,天空却是阳光灿烂,万里无云,一点没有出现日食的迹象。唐太宗以为不会出现日食了,就让李淳风回去与家人告别,准备受死。李淳风沉着冷静地说,时间还没到,请再等片刻。过了一会儿,果然天昏地暗,灿烂的阳光被月亮遮住了,这使唐太宗也感到很吃惊。从这个

故事里我们可以看出,不仅当时我国天文学技术是非常先进的,而且算筹的应用也是高水平的。

算筹既为我国古代科学技术的发展做出了贡献,它也是统治者们谋策的工具。1971年8月,陕西省千阳县出土了西汉宣帝时的圆形骨制算筹三十余根。这些算筹放在一个丝制的算袋里,成为人们可以随身携带的计算工具。汉高祖的主要谋臣张良也经常带着算袋。《汉书》中描述张良是“运筹帷幄之中,决胜千里之外。”这里的“筹”,就是指算筹,所谓“运筹”是筹划的意思。秦始皇也经常带着算袋,出游巡视各个地方。从这些政治家们亲自使用算筹也可以说明,我国古代一些远见卓识的统治者对先进的计算工具和计算技术是多么重视。

任何事物都有其革新发展的过程。算筹这种古老的计算工具也在使用过程中不断地发展。从春秋到宋元的漫长年代里,人们一直以算筹为主要的计算工具,春秋时算筹的长度是11.5厘米(5寸),南北朝时变化为9.2厘米(4寸),隋朝时代减短至6.9厘米(3寸),到了宋朝算筹的长度又减短了一些。算筹的形状也有了一些改变,原来的算筹是圆形,在使用时很容易滚动,后来把它改变为方形,这使算筹不易滚动,颜色也有了一些变化。我国古代很早就有了负数和分数的概念。算筹却无法区分正、负数,后来人们想到用改变颜色的方法来区分它们,此后算筹有了两种颜色。红色的算筹表示正数,黑色的算筹表示负数。

虽然算筹有了很大的改进,科学家们又发明了运算口诀,使计算的速度有了很大的提高,但计算时算筹移动困难仍是一个非常大的问题。人们在计算时往往不能得心应手,随着社

会的发展,人们对计算速度提出了越来越高的要求,算筹已越来越不能适应计算的需要,人们期待着比算筹更先进的计算工具的出现。

3. 算盘古今谈

算盘是用盘上的珠算进行计数和计算的,因此也叫“珠算盘”。“珠算”一词最早出现在东汉末年徐岳著的《数术记遗》一书中,它对“珠算”的叙述不太详细,后来,北周甄鸾加了一些注释。《数术记遗》在唐朝末年官吏考试时,作为必考的数学书籍。甄鸾对珠算的解释为我们对古珠算工具模式的构想提供了唯一的依据。

算盘是由算筹发展而成的。根据考古家的推测,我国古代曾在算盘的盘面上划两条横向的纬线,使算盘分成上、中、下三个部分。上、下两个部分放着不记数的算珠(也称游珠)。当游珠放在中间部分时,才表示一个数的存在。上部分的每一个珠代表5,下部分的每一个珠代表1,而且上、下两部分的颜色不同,每一数位上均用五个游珠的集散来表示数。每一数位表示数的范围是从0到9。

古代的珠算盘设计思想已经具备了现代算盘的基本特征。它克服了算筹用筹多,占用面积大,计算动作多,变数慢的缺点,并便于多位数运算。这是我国在计算技术上的一次重大进步。

从东汉末年到三国、魏、晋、南北朝四百多年,我国处于短期统一,战乱不断,各民族大融合的时代,在此期间包括珠算在内的各种计算工具几乎没有什么改进。直到唐代,我国出现

了政治安定、经济繁荣,文化发展的昌盛时期。随着生产的发展,贸易交流的扩大,社会上大量经济计算任务必然促使计算工具改进,游珠算盘也从三部分改进为两个部分,上面部分有两个珠,每一珠表示 5,下面部分有 5 个珠,每一珠表示 1。

这些改进从以后发现的历史文物得到了证实。北宋徽宗宫廷画师张择端画的“清明上河图”的左端画有一家叫“赵太丞家”的药铺,药铺正面柜子上放着一架算盘。这架算盘没有放游珠的上部分和下部分,但可以清晰地看出算盘是分成档位排列的。河北省巨鹿县故城遗址出土过一颗有穿档孔的算盘珠。这些都说明社会的进步推动了算盘的发展。

图 8-4

我国算盘从十六世纪开始,先后传入朝鲜,日本及东南亚各国。现在又传到了美洲和非洲大陆。当时驶往日本港口的我国明代商人的船只上带有算盘,珠算的方法也传入了日本。日本的珠算教育开展得非常普遍,商店里也用算盘算帐。随着日本资本主义经济的发展,要求人们提高珠算计算效率,从

1928年开始,日本组织了第一次珠算技术等级检定,以考核并促进人们提高珠算计算的速度与质量。1938年起用了全国统编教材进行珠算教育,统一了算法,为使用上一珠下四珠的现代日本菱珠算盘,奠定了群众基础。

算盘是我国人民独特的创造,它是一种彻底采用十进制的先进计算工具。它轻巧灵活,携带方便,应用极为广泛。古代罗马人也曾经制作过一种算盘,但是用金属作盘,在金属盘中挖槽,中间放上石子。这种算盘非常笨重和原始,并且古罗马人采用的还不是十进制。在中世纪时世界各民族中,象珠算盘这样普及,与人民的生活如此密切相关的计算工具,是仅有的。

算盘不仅是计算工具,而且还是一种教学工具。启蒙的儿童认识自然数、需要借用实物提供感性知识,然后再给他们讲解数的意义,使他们由具体到抽象,逐步形成数的概念。算盘的档位排列整齐,一个个算珠非常形象,拨入是加,拨去是减。用它们表达数的概念比数字具体,看得见摸得着,比用手指等识数效果好。从另一个角度来讲,算盘在计算时能够反映计算的全部过程,这对学习是非常有好处的。

在古代,中国、印度等国家的数学水平在世界上一直处于领先地位。社会的发展使东方的商人、学者、使者把新的发明,新的思想,新的技术,包括先进的数学知识和计算工具传入欧洲。十三世纪意大利商人里昂纳多到东方进行经济贸易活动后写了《算盘之书》,书中介绍了十进制。可是,直到1299年,佛罗伦萨的交易法还不允许人们使用阿拉伯数字,而强迫使用罗马数字。中世纪末期,阿拉伯数字才在欧洲广泛使用,接

受了先进的东方数字。到了十七世纪,数字和计算工具发展的重心才转移到了欧洲。科学的思想冲破了宗教统治的禁锢,先进的科学思想和技术,各式各样的计算机如雨后春笋般地成长起来。

计算机的一代先驱

1. 帕斯卡与第一台机械计算机

自从人们广泛使用算盘以后,人类历史在科学技术方面走过了一段沉寂而又漫长的历程。人类社会的进步和发展使世界进入了资本主义兴旺崛起的时代,科学技术也随着时代的变迁发挥出它应有的作用。文艺复兴运动打破了教会对科技、宗教的统治与禁锢,从而使科学技术又大踏步地向前发展。

1543年,哥白尼苦心研究了四十年之久的《天体运行论》的发表,把天文学的发展带进了一个新的时期。丹麦天文学家第谷·布拉赫用毕生精力研究天体的运动,留下了许多珍贵资料,整理这些资料需要计算工具的帮助。只有通过大量计算,才能找出行星运动的规律。第谷·布拉赫的学生开普勒花费了许许多多的时间,对老师收集到的天文资料进行了大量计算,终于发现了行星运动的三大定律。

由此可见,数学带来了天文学的发展,可以说没有数学就没有天文学。由于天文学中会遇到大量的数学计算,这就迫使天文学特别重视计算工具的改造。由于当时钟表工业非常发

达,人们就想到象钟表这样的装置既然可以用齿轮转动来完成,是否也可以用这各装置来革新计算工具呢?

图 8—5 哥白尼像

正当开普勒为计算这些复杂的天文数据感到困惑时,1623 年法国发明家什卡尔特给他写了一封信。他告诉开普勒,他发明了一种计算机。在信中他详细地介绍了这种计算机,它主要包括加法器、乘法器和用于记录中间结果的机构三部分。加减的操作分别由带有十个齿的齿轮及相应的传动装置来进行,乘法要用转轴上的乘法表,除法需要转化成重复的

加减操作,进位是由连接在轴上的只有一个齿的辅助齿轮来完成。开普勒听到这一消息后非常高兴,他希望这台计算机尽早地制造出来。但什卡尔特的样机还没有完成就被一场无情的大火烧毁了,因此很少有人知道他的这一设计思想。

什卡尔特未完成的事业由法国青年帕斯卡继承了下去,他为人类计算工具的改革作出了突出贡献。帕斯卡于1623年生于法国的克来蒙城,他小时候就聪明伶俐,12岁时就发现了三角形的三个内角之和为 180° 的定理,16岁写出了圆锥曲线的研究报告,他还提出了封闭液体传递压强的原理。帕斯卡超人的智慧使他在数学、物理、文学等各方面都为人类作出了贡献。然而最突出的还是他设计出了世界上第一台机械计算机——帕斯卡加法机。

帕斯卡的父亲从事财务工作。他总是被那些繁琐的账目搞得焦头烂额,如果计算出现了差错,就要重新算起,一直计算到正确为止。父亲总是累得疲惫不堪,每天都工作得很晚很晚。在父亲算帐时,小帕斯卡总是坐在旁边好奇地看着父亲工作,父亲见他困了,就要他去睡觉,帕斯卡不肯,他总要等父亲把帐算完才去睡觉。父亲繁重的工作给帕斯卡幼小的心灵很强的刺激,他设想着如果有一台机器能帮助父亲算帐就太好了。

1642年,帕斯卡经过不懈的努力,终于设计出了世界上第一台机械计算机。这是一台能做加法和减法的计算器,用一排齿轮表示数字,右边的齿轮表示一个数的低位,左边的齿轮表示高位,利用齿轮咬合结构,把高位齿轮与低位齿轮联结起来。低位齿轮每转十圈,高位齿轮转一圈,这就实现了进位。对

应每一个数字轮,都配有一个类似于现在电话拨盘的拨盘。计算器的上方有许多窗口,它是用来显示计算结果的。计算之前先要把拨盘都拨到“0”,让每一个显示窗口也都显示“0”。计算加法时,先拨被加数,再拨加数,窗口就显示出和数。

帕斯卡研制成功这台计算器,实现了他梦寐以求的愿望。虽然这台计算器只能做一些简单的计算,计算时要用小钥匙拨,计算后还要逐一恢复“0”位,但它还是轰动了整个法国。在展出这台计算器的豪华的卢森堡宫里,参观的人群络绎不绝,人们无不称赞这一伟大创举,帕斯卡也深深地为这台计算器感到自豪。

帕斯卡发明这一先进计算工具的消息被世人广为流传。德国大学者莱布尼兹听到这个消息,便对这台计算器产生了浓厚兴趣。他来到巴黎,观看了帕斯卡的计算器。莱布尼兹是一个高水平的科学家,他不仅看到了计算器的设计思想先进的一面,也看到了它的一些缺陷和不足。这使莱布尼兹产生了改进计算器,使其可以完成更多功能的想法。为了这一理想,莱布尼兹特地从德国迁居到巴黎,并聘请了著名的机械专家协助工作,他立志要搞一台新型的计算器。

2. 八卦与莱布尼兹的二进制

1671年,莱布尼兹成功地设计出了一台计算器,他对帕斯卡的计算机进行了重大改革。他最突出的贡献就是提出了直接进行机械乘法计算的设计思想,从而使计算器不仅可以进行加减运算,还可以进行乘除运算。莱布尼兹计算器是一个长100厘米、宽30厘米、高25厘米的盒子。这个计算器的主

要部件是梯形轴。即带有不同长度齿的小圆柱，圆柱的齿为梯形。这样的梯形轴是齿数可变齿轮的前驱，它使得乘除运算操作更加简单，同时又把机器分为不动的计数器部分和可动的定位机构。莱布尼兹的这两项发明为后来计算机的发展奠定了坚实基础。

图 8—6

莱布尼兹对计算数学作出的另一个重要贡献是系统地给出了二进制算术运算法则，并阐述了二进制在某些方面使用的长处。然而很有趣的是，世界上最早体现二进制思想的却是中国的八卦。莱布尼兹用二进制的方法对中国的八卦构成进行了描述(如下表)，并对传说中发明八卦的伏羲氏十分敬佩。八卦中的阳爻(—)相当于二进制中的“1”，八卦中的阴爻(⚋)相当于二进制中的“0”。由坤、震、坎、兑、艮、离、巽到乾

卦,正好是由零到七这样八个自然数组成的完整的二进位层数形,八卦还可以两两相交而成六十四卦。

八卦与二进制的关系

八卦符号	卦名	二进制码	十进制码
	坤	000	0
	震	001	1
	坎	010	2
	兑	011	3
	艮	100	4
	离	101	5
	巽	110	6
	乾	111	7

在莱布尼兹设计计算器的时候,当时在康熙皇帝身边工作的法国传教士鲍维曾与他通过信。信中寄去了一张象征我国古代文化的八卦图。对中国文化有一些了解并怀有深深敬意的莱布尼兹,不但写出了研究八卦的数学论文,还把自己设计的计算器的复制品赠给康熙皇帝,希望增进东西方的科技文化交流。但是,莱布尼兹的愿望却象石子一样沉入大海,当时没有为我国所重视。

历史给我们的教训是不能忘记的。随着我国封建制度的没落,科学技术的发展也停滞不前,一蹶不振。除了莱布尼兹的计算器外,西方其它的科技成果包括计算工具也都陆续传入中国。故宫博物院现在还收藏着康熙年代的一批计算工具,有纳皮尔算筹、伽利略比例规和甘特计算尺,还有两个仿制的黄铜制成的帕斯卡加法器。这些计算工具都收藏在深宫秘院,未能发挥它们应有的作用。虽然我国古代有过灿烂的文明,但

当时我们却没有对外来先进的科学技术引起重视,这就导致了清末科学技术和社会生产的落后,造成鸦片战争我们备受欺凌的一个重要原因。

在西方,帕斯卡开创的计算机事业得到莱布尼兹的成功发展之后,又进入进一步发展阶段。经过无数科学家多年艰辛的努力,计算机逐步得到完善。计算机开始走出实验室,进入广阔的社会,代替了人的一部分脑力劳动。随着计算机的不断改进,它已经能够灵活、迅速而又准确地计算一些复杂的数字,能够为人们进行计算繁琐的数字排忧解难了。

但是这种计算机仍处在使用齿轮传动的机械方式时代,它只能代替人脑进行基本的计算,它还不能为我们完成更多、更复杂的工作提供方便。在帕斯卡发明加法机的时候,他就对计算机产生了非常深远的构想。在他的名著《沉思录》中记述了一段他对计算机的设想:“这种算术机器所进行的工作,比动物的行为更接近人类思维。”这说明当时的计算机离帕斯卡提出的宏伟目标还有很长很长的距离。对于科学家来说还有许多非常艰巨的任务在等待着他们,他们还需要为人类的智力解放进行不懈的努力。

3. 巴贝吉——孤独的探索者

在帕斯卡和莱布尼兹的带动下,许多人都来从事计算机的改进研究。1818年,法国人托马斯(I. Thomas)设计出一种比较实用的计算机,并建厂投产。第一批生产就制造出了15台,开创了计算机制造业的历史,使计算机成为人们得力的计算工具。瑞典人奥涅尔(W. Odhner)在托马斯台式机械计算

机设计的基础上,改进了齿轮结构。他发明了可变齿轮,成功地设计出了一种新型计算机。然而,无论是托马斯设计的计算机,还是奥涅尔的计算机,它们在设计上的一个根本缺陷在于这些计算机只能完成简单的四则运算。随着时代的发展,计算机设计也向前迈进了一大步,在这个时代为计算机发展作出卓越贡献的要数英国数学家巴贝吉。

图 8-7

1792 年 12 月,巴贝吉出生于英格兰得文郡的托特纳斯。他生长在富贵人家,父亲是银行家,家里很有钱,也受过良好的教育。巴贝吉没有受家庭赚钱的影响,却在数学方面有着良好的天赋。他从小就喜欢数学,稍大一点就开始自学一些数学专著。他不仅喜欢学习数学知识,而且喜欢把数学应用于实际

生活中。当时英国的邮政业务是以投递路程的长短来计算邮资的。每封信投递的目的地不同,邮资也不一样,这就给邮局带来许多繁重的计算邮资的工作。巴贝吉用运筹学的知识对邮局的投递业务进行了数学分析,他指出按程计邮的方法表面上合理,而实际上是不合理了。他通过计算证明:一封信在收集、盖戳、计资上所花的费用远比投递信件的费用高。从而说明,无论信件的投递距离的远近,邮资一律相同反倒是合理的,而且还可以减少邮费。几年后,英国邮政就采纳了巴贝吉的方法,减少了邮资,也简化了邮局的业务工作。

数学是他的事业,是他最亲密的朋友,是他生命的源泉,枯燥的数字给巴贝吉带来了无穷无尽的乐趣。在他的自传里,他引用了十八世纪一位数学家德·让古特的话:“从这种沉思默想中能够产生甜蜜的欢乐,数字和直线具有俗眼看不到的魅力,只有孜孜不倦的可敬的艺术人士能够发现它。就形象来说,蛇线会令人产生美感和爱感;就数学来说,高次幂和高次根都会给人带来欢乐。……计算就能满足他的最强烈的愿望,因为顺从的数学可以任他摆布。”这段话充分体现了巴贝吉对数学的热爱,数学给他带来了无穷的欢乐。

1810年,巴贝吉进入剑桥大学学习,当时,英国的数学界笼罩着一种沉闷保守的气氛。对世界科学作出杰出贡献的牛顿被尊为至高无上的偶像,他的发现被当作神圣的信条,甚至连任何改进他的流数论的想法都被认为是大逆不道,由莱布尼兹提出并由法国数学家改进的微积分记号法被拒之门外。1812年,一批年轻的英国数学家冲破禁锢,成立了一个旨在介绍欧洲大陆数学成就的组织——“分析学会”,巴贝吉就是

这个学会的主要领导人之一。他们刻苦钻研,使英国新一代数学家进入了近代数学研究的行列。为了争得专业科研的地位,巴贝吉积极倡导成立全国性的科学组织,起名为“英国科学促进会”。他还写出了《论英国科学的衰退》一书,猛烈抨击那种重视律师而不重视科学家的社会现象。

在大学读书时,他就发现了英国 1766 年编写的航海表中有许多错误,这些错误势必会使航海中定位不准确。制表工作需要大量数字计算,尽管花费了许多人力也难免出错。怎样把人从简单但却繁琐又易错的计算中解脱出来呢?巴贝吉产生了制造一台自动制表机的强烈愿望。

巴贝吉一直想着如何解决这个问题。1812 年的一天晚上,他坐在剑桥大学分析学会的办公室中,神情恍惚地低头看着密密麻麻的对数表。他做了一个奇怪的梦,在梦中他看到了一架计算的机器,无论多么复杂的数字这架计算器都能一口吞下。经过它的处理后,很快又吐出正确结果。巴贝吉非常高兴,这正是他一直希望得到的。正当这时,一个会员走了进来,巴贝吉从梦中醒来,感到惘然若失。会员奇怪地问他是否不舒服。他说,他在梦里见到了一架会计算的机器。巴贝吉用手指了指对数表说,这些表也许可以用机器来计算。会员不相信巴贝吉的话,他认为这只是一个梦,便微笑着走开了。然而,巴贝吉却是认真的。梦给了他灵感,他要把梦变成现实。

经过十年刻苦努力,到了 1822 年,巴贝吉实现了他的梦想。他研制成功了一台“差分机”,它是一台用于计算多项式的加法机。虽然它仅能作加法运算,但它的运算精确度已经达了 6 位小数。这台“差分机”可以用来进行各种数学表的计算,它

是巴贝吉试制成功的第一台计算机,也是他制造成功的唯一一台计算机。

虽然这台计算机只能作加法运算,和当时一般的计算器相比似乎是倒退了。但是,它的重要意义在于,它不只是每次完成一个算术运算,而且能按照设计者的安排自动地完成整个运算过程,这无疑已经蕴含了程序设计的思想。在这台计算机里,他把一种非常简单的设计程序与机器本身的结构融为一体。如果将这两个部分分离开,计算机将会获得无可比拟的威力。巴贝吉不是在当时流行的计算机上搞改革,而是找到了一个新的起点。正是在这个表面看来落后但却包含程序设计思想的起点上,他迈开坚定的步伐,走上了现代计算机先驱者的道路。就在差分机样机刚刚试制成功不久,巴贝吉又开始设计大型的差分机,这种机器的精确度可以达到小数点后 20 位。巴贝吉不断修改差分机的设计,使设计方案日趋完善。差分机设计的成功证明了它非常适合于编制天文和航海表。1822 年,他正式向英国政府申请提供资金,并自己出一部分钱来实施他的计划。

制造大型差分机尚未结束,巴贝吉又有了更宏伟壮丽的理想,他开始构想一种新的计算机——分析机。这种新设计的机器有专门控制运算程序的结构,而机器的其余部分可以进行各种具体的数字运算,它能达到的计算能力使巴贝吉惊喜万分。1825 年,巴贝吉再也按捺不住内心的激动,写信给布鲁塞尔皇家科学院,他在信中写到:“……我已经放弃了所有其他的课题……,我本人都为自己赋予这台机器的威力所震惊……。”

巴贝吉的设计思想非常先进,它的逻辑结构具有现代电子计算机的雏型。巴贝吉设计的这种计算机包括了四个基本结构:第一部分是存储库,它用来存储计算所用的数据。它是由许多齿轮组合而成,每个齿轮上刻有十个数字,整个存储库可以存储一千个五十位数;第二部分是计算机的运算装置。它利用各种齿轮的咬合、脱离、旋转、平移等操作,对数据进行运算。为了加快这台计算机的计算速度,巴贝吉设计了先进的进位机构,他认为这是这台计算机中最重要的部分。有了这个进位机构,两个 50 位的数字相加只需转轴旋转一次即能计算出结果。这使得作加法操作时 90% 的时间花在纯粹的加法上,进位所用的时间只占整个操作时间的 10%。这台计算机还不能进行乘法运算,乘法运算是通过累加完成的,完成两个 50 位数的乘法只需 1 分钟。他估计该机器作加、减运算可达每分钟六十次,这种速度在当时是非常理想的。有一次,巴贝吉到海军军部访问,遇见了一位聋哑先生,这位聋哑先生是那里最优秀的会计。当巴贝吉询问他做两个 50 位数的乘法要花费多少时间时,这位聋哑先生写道:半小时。从这里我们就可以看出,即使是早期的机械计算机,也比人的计算速度快了几十倍,这不仅使我们节省许多时间,而且大大地减轻了人的脑力负担。

第三部分是计算机的控制装置。这个装置利用齿轮和杠杆在存储库和运算装置之间传送数据。

第四部分是计算机输入和输出装置。输入装置可以使用卡片输入,而输出装置具有独特之处:1、打印一份或两份结果。2、准备铅板印刷。3、将数字结果穿孔在纸卡或金属卡上。

巴贝吉的穿孔卡片的设计是受加卡提花机穿孔卡的启发,并把这项新技术用于计算机上。1839年他在给他的朋友阿拉戈(Arago)的信中写道:“我利用了这种美妙的发明,借助类似的方法对我的计算机下达命令,让它计算任一复杂的公式。”他的这一构想是人类计算工具史上的一次重大改革。从这以后设计的各种计算机以及世界上第一台电子计算机,都采用了这种穿孔卡片技术。

图 8-8

巴贝吉还有几个非常出色的设计思想,他设想了一种能

够根据不同条件选择不同计算方法的命令。这一重大的创新，标志着机器不仅能代替人的具体运算，而且开始代替人的逻辑判断，它是实现现代电子计算机设计的很关键的思想。巴贝吉为了有更多的时间和精力从事心爱的计算机研制工作，1839年辞去了剑桥大学刘卡索夫·斯基讲座的数学教授职务。这是一个值得骄傲的职务，只有第一流的数学家才能享受这份荣誉。该讲座的第一位教授是巴芬乌，第二位教授是牛顿。然而，巴贝吉却毫不迟疑地抛弃了这一殊荣，因为计算机是他的生命，荣誉和地位是不能与之相比的。

为了帮助巴贝吉制造他的计算机，英国政府提供了资金，这是英国政府与科学家之间签订的第一个合同。但是计算机制造过程非常缓慢，设计师巴贝吉不断修改更换原来的设计，使开支剧增，另外，英国精密机械加工业也正处于不断改进工具的时代，制造工作遇到了很多困难。政府已慷慨提供了17,000英镑，但却一无所获，巴贝吉自己也花费了13,000英镑，很多热心支持他的人渐渐地失望了。

1840年，巴贝吉到了意大利的都灵，在计算机设计演讲会上介绍他的设计思想，但听众寥寥无几，反应十分冷淡。最后只有三个人仍然坚信他。一位是意大利军事工程师，1867年当选为统一的意大利总理的梅纳布里。他详细记录了巴贝吉的演讲内容，并在日内瓦发表文章向公众介绍和称颂巴贝吉计算机设计的新思想，希望人们能引起重视。梅纳布里的文章记录了巴贝吉在计算机研究方面留下的光辉足迹。另一位支持者是英国著名诗人拜伦的独生女儿艾达·奥古斯特·拜伦，即拉甫雷斯伯爵夫人，她的父亲是个形象思维大师，艾达

却擅长抽象思维,她深深地被巴贝吉的设计吸引,她把梅纳布里发表的文章译成英文,并根据巴贝吉的意见和自己的创见,对译文作了注释。她的注释涉及到很多问题,可称为程序设计的第一本专门著作。她的思想为现代的程序设计奠定了基础,为纪念艾达为计算机事业作出的贡献,1978年一种为美国国防部所选中的计算机语言以艾达的名字命名,叫做“Ada语言”。第三位支持者就是巴贝吉的儿子。他帮助父亲设计计算机的某些部件。在他父亲死后,他仍为计算机的发展奔走呼吁。他坚信“总有一天,类似的机器将会制成,它不仅在纯数学领域中,还必将在其他知识领域中成为强有力的工具。”巴贝吉最终还是失败了,失败的原因是巴贝吉的科学思想超越了当时社会的条件,因此失败是不可避免的。但是设计简单,功能有限的计算机还是能够制造出来的。瑞典人申茨改进了巴贝吉的设计,在瑞典科学院的资助下,仅用了两年的时间就制造出一台计算机,并在1855年巴黎展览会上荣获金奖。

1871年,巴贝吉在伦敦告别了人世,他留下了已造好的一部分部件和画着几万个零件的一厚叠图纸,还留下一大堆笔记。这些珍贵的精神财富,全部被博物馆收藏起来了。

巴贝吉虽然没有成功,但他的先进设计思想一直照耀着计算机的发展道路,启发着无数献身计算机研究的科学家的心灵。巴贝吉为计算机事业做出的卓越贡献,永远铭记在后人的心中。

二、独辟蹊径的人们

并非一枝独秀

在巴贝吉制造分析机的尝试失败后,大型数字计算机的研制工作停滞了大约七十年之久。这一时期,一批科学家采用模拟方式来探索计算工具的改革。无论是帕斯卡、莱布尼兹还是巴贝吉,作为数学家,他们设计的计算机都是以数字形式来进行其基本运算的。而模拟机不同,它是通过机械装置,按照数学公式或方程运动后得出结果的。这就是模拟机的研制。参加这项研究的有电磁学的奠基人麦克斯韦尔,物理学家开尔文,曾对相对论的产生做出重大贡献的迈克尔逊。

比机械计算机稍早出现和并行发展的各种各样的计算尺,可以看作最早的模拟计算工具,这也是由物理学家开创的。早在17世纪初,意大利科学家就制造出了一种类似圆规的比例规,叫做伽里略比例规。伽里略比例规是根据三角形对应边成比例的原理和比例规事先划好的刻度制成的,可以用来做乘法、除法,求比例中项、开平方等各种计算。对数发明以后,1620年,英国人甘特制造了一种计算尺,它可以把乘除法运算转化为加减法进行运算。1632年,英国人奥特瑞又发明

了圆形计算尺。十七世纪中叶以后,出现了带游标与滑尺的现代计算尺。当时,计算尺是很流行的计算工具,著名物理学家牛顿不仅用计算尺解二次和三次方程,而且还很重视计算尺的设计工作。他提出了另加滑标以作指示之用的具体建议。十八世纪后,人们造出了适于各种要求的普通计算尺和专用计算尺。计算尺可以说是最原始的模拟计算工具,计算尺上的各种刻度用到了长度这个简单的物理量,并利用长度的变化进行计算。

图 8-9

1814年,德国工程师发明了另一种模拟装置——积分仪,这一装置对后来的模拟机发展影响极大。1876年,物理学家开尔文利用他的兄弟汤姆逊的圆盘—圆球—圆轴式积分仪成功地制造出第一台称之为“潮汐调和分析仪”的模拟机。用开尔文的话说,这台机器的目的是“要用铜来代替大脑进行大量的机械性劳动,以计算潮汐涨落的基本要素。”这种机器能在一、两个小时内完成熟练的计算机员至少需要二十个小时才能完成的计算工作。1930年美国工程师布什和哈森研制出了

另一种重要的模拟机——微分分析仪。其实布什分析仪的基本原理早在五十多年前就已由开尔文提出,但开尔文未能解决一些技术问题,而布什攻克了这一难关,把分析仪制造出来了。

到二十世纪三十年代为止,设计制造模拟机的活动相当活跃,以致有些人产生了可以用模拟机解决一般科学计算问题的希望。例如,布什在完成第一台微分分析仪之后便着手采用电气元件来改造他的装置,企图造出更普遍适用的模拟计算机。但在实际工作中人们逐步看到了模拟装置在通用性、精确度以及速度这三个方面的局限,从原则上说,对于任何一种数学计算都可以设计出相应的模拟机制,但要在技术上加以实现却会遇到许多严重困难。当人们试图推广微分分析仪使其能用于偏微分方程的计算时,更加明显地感到了模拟装置的不足。因此,一旦条件成熟,人们的注意力便又转向数字计算机。

布尔——计算机理论的奠基人

有这样一位数学家,他的一生几乎都在漫长的研究抽象的数学理论中度过,却从来没有涉及过计算机的问题。然而,他的工作却为现代计算机提供了重要的理论基础。可以说,没有他的理论就没有现代计算机的发展。这个人就是英国数学家布尔。

布尔原是一名中学教师,靠自学而成为大学教授。他最大

的兴趣是研究逻辑。从亚里斯多德以后二千年里,西方的逻辑学发展很缓慢。笛卡尔发明解析几何后,曾想用类似解析几何的方法把逻辑推理算术化。莱布尼兹也想造一种计算机,使它不仅能计算,还能检验假设。他希望建立一种普遍的方法,通过这种方法可以把一切正确的推理归结为一种计算。然而,在人们还不能用数字形式描述逻辑思维的规律之前,要实现这种愿望是很困难的。1854年,布尔发表了一部题为《思维规律研究》的重要著作。在这部专著中,布尔成功地将形式逻辑归结为一种代数演算,即今天所谓的布尔代数。布尔建立了一套符号系统,并从一组逻辑公理出发,象推导代数公式那样推导逻辑定律。在布尔代数的基础上,经过许多人的发展,形成了一门新的数学分支——数理逻辑。虽然布尔本人并没有把逻辑代数与计算机联系起来,但他创造的逻辑代数却对现代计算机的发展产生了深刻影响。

1869年,英国逻辑学家杰文兹在布尔逻辑代数的基础上制成了一台逻辑钢琴。后来,美国的马克温特制造了一台能执行三段论推理的逻辑机。制造逻辑机的努力,到本世纪二、三十年代曾在欧美一些国家引起一股所谓“罗伯特”热,“罗伯特”是一个机器人。布拉格的剧院甚至演出了关于“罗伯特”的话剧,剧中的机器人最后竟起来反抗并杀死了制造它们的人。二、三十年代欧美生产的那些机器人,大多是遥控装置,并不是真正的逻辑机。事实上,能够执行更广泛的逻辑职能的机器比单纯进行数字计算的机器复杂得多。以后的实践证明,用机器来执行逻辑职能的最可行途径,是将这些职能化成数值计算的过程。这需要对逻辑思维的数学表述进行比布尔等人更

为深入透彻的研究。

人类从“结绳记事”到各种机械计算机的出现,构成了计算机发展史上的初级阶段。在这个发展过程中,涌现出了一大批杰出的先驱者,他们在各自开辟的领域中孜孜不倦、勤勤恳恳、甚至用毕生精力研制计算机,他们不仅为后来现代计算机技术的发展奠定了雄厚基础,而且他们那种钻研科学的精神深深感染着后人。

时代造就人才,随着科学技术的发展,又一批杰出的科技人才,踏着先驱们的足迹,迈向了计算机发展的新时代。计算机革命的战鼓就要敲响了。

三、电子计算机的诞生

二十世纪是动荡的世纪,也是创造奇迹的世纪。在这短短的几十年里,科学技术有了突飞猛进的发展,人们掌握了电子技术,分裂了原子,经历了两次世界大战的洗礼。经历了漫长孕育的计算机技术运用先进的电子技术,终于在第二次世界大战的战火中诞生了。这项伟大的发明不是个别科学家奋斗的结果,而是在几千年人类文明积累的基础上几代先驱为之奋斗的结果。

短暂的序幕

1. 改头换面——计算机进入电器时代

富兰克林从雷电这一自然现象里发现了电的作用。电的利用也为新型计算机准备了新颖的元件——继电器。从此,计算机由机械时代进入了电器时代。

1917年,意大利解剖学家伽尔伐尼在解剖青蛙时偶然发现,蛙腿在接触两种不同金属时会猛烈地抽动。对于这种现象,他认为是青蛙体内的“生物电”在起作用。以前的电学家们都只认识到静止的电荷,而伽尔伐尼第一个认识到有移动的电荷,从而产生电流。这使人类对电有了新的认识。1820

年,丹麦物理学家奥斯特在上课时发现,通电导线周围的小磁针会魔术般地发生偏转。根据这一现象,奥斯特第一次揭示了电流的周围存在磁场,也是第一次揭示了电能转变成磁。他的发现掀开了电学应用和研究的新篇章。

图 8-10 电磁铁示意图

不久,英国电学家斯特金听到奥斯特发现磁场的消息。他想,电流的周围能吸引磁针,那么让电流流过绕在铁棒上的线圈,铁棒就会变成磁铁。他用一段裸铜线在一根 U 型铁棒上绕了 18 圈,制成了世界上第一个电磁铁。通电时,线圈产生的磁场使铁棒变成了一个强有力的磁铁,它吸引了比咱身重二

十倍的铁块。一旦切断电源,铁棒没有了磁性,也就吸不起任何东西了。

虽然斯特金发明了电磁铁,但是这种电磁铁仍不理想。因为线圈使用的电线是裸铜线,如果铜线绕得太紧,则会引起短路。后来,美国物理学家亨利制造了更理想的电磁铁。他用绝缘导线代替裸铜线,把这样的绝缘导线又紧又密地绕在铁棒上。这种电磁铁通电后具有很强的磁力,它能吸住比它重二千倍的铁块。

绕有导线的铁棒通电后具有磁性,能吸引住铁器,断电后会失去磁性而吸不住铁器。利用这个原理,物理学家们制成了继电器,这种元件可以利用线圈通电或断电的办法,使电路接通或断开。

继电器的出现使电报、无线电得到了很大发展,但是,继电器更大的作用还没有发挥出来。在布尔建立了电路设计的理论基础后,它才开始大展鸿图。

2. 实现巴贝吉理想的人——密斯和艾肯

巴贝吉的遗愿在他去世一百多年后被人们所实现。二十世纪三十年代,以继电器为主要元件的计算机设计进入短暂的黄金时代。

第一个实现巴贝吉的设计并采用继电器为元件来制造计算机的是德国年轻的工程师朱斯。早在1934年,朱斯就已致力于计算机的研制。他不是学数学的,而是搞土木工程的,当时年仅24岁。在他研制计算机的初期,没有多少支持者,他只好依靠自己的财力进行研究。在困难的条件下,朱斯甚至利用

自己家中的器件作为计算机部件。朱斯摆脱了重重困难,终于在 1938 年设计完成了他的第一台计算机 Z—1 号。这是一台纯机械结构的机器,运算速度慢,可靠性差。朱斯看到了机械装置对设计的局限性,于是决心采用继电器来改进 Z—1 号。

正当朱斯着手研制新型计算机时,他被应征入伍了。这是一个很不幸的消息。如果他入伍,那么他所构思的新型计算机的设计就会中断,甚至连他自己也有可能牺牲在硝烟弥漫的战场上。然而朱斯又是幸运的。1939 年,他的朋友和合作者汗莱尔非常理解他的研究的意义。于是,汗莱尔向政府提交了一份报告,宣传朱斯的工作。这份报告使朱斯的军役得到豁免。可以说,汗莱尔的报告不仅挽救了朱斯的生命,而且也挽救了孕育中的新型计算机的生命。如果朱斯去服兵役,那么这将成为计算机事业甚至人类的一大损失。

汗莱尔报告的另一个收获是朱斯得到了政府的资助。朱斯感到,良好的研究环境已具备,他应加倍努力,完成他的设计。他废寝忘食地研制着他的新型计算机,这台机器全部采用了继电器,还采用了浮点计数法、二进制运算以及带数字存储地址的指令形式等。虽然这些设计思想在朱斯以前就已经有人提出过,但朱斯第一次把它们变成现实,这正是他的丰功伟绩之所在。1941 年,他所制造完成的新型计算机 Z—3 开始运转了,这是世界上真正的第一台通用程序控制计算机。

Z—3 的命运是短暂的。第二次世界大战中,盟军的炸弹把它炸毁了。而他研制的另一台计算机 Z—4 号幸免于难。朱斯把它放在巴伐利亚省农村一座农舍的地窖里。这台计算机成为这位曾经是计算机技术领域里的无名英雄所作贡献的见

证。

德国战败后,朱斯流亡到瑞士一个偏僻的乡村。朱斯无法再制造计算机了,但他对计算机的感情没有改变。他开始把兴趣转移到软件方面,首先提出了“程序演算”理论,也就是今天我们所说的计算机程序设计。这一理论对软件的发展影响很大。朱斯不仅具有工程师的禀赋,而且有思想家的气质。他不仅制造出了计算机,而且提出了新的设计思想。虽然战火毁掉了他的计算机,但他比巴贝吉幸运,他能亲眼看到自己制造的计算机,看到别人应用他的程序演算理论。

另外一位使用继电器制造出计算机的人是美国哈佛大学的青年物理家霍华德·艾肯。1931年,艾肯还在哈佛大学物理系读研究生。他撰写的论文涉及到非线性常微分方程。这些方程计算起来既复杂又费时间,因此艾肯想到要制造一台能求多项式值的计算机。他由此联想到计算机有类似的逻辑结构,可以设计成通用的计算机。

艾肯的设计刚一出笼就被国际商用机器公司看中了。这家公司的总经理沃森看了艾肯的论文和制造通用机的设想后,感到这是一个非常有希望的设想。虽然艾肯还是一个研究生,但他是一个很有思想,很有希望的青年。沃森决定全力支持艾肯研制这台计算机。1939年,沃森派出四位有经验的工程师布莱斯、雷克、窦飞、哈密尔顿,让他们与艾肯一起研制计算机。

1942年,艾肯和四位工程师研制计算机的工作已进行了三年。一次偶然的机会,艾肯读到了巴贝吉的著作,他对这位研制计算机的前辈充满敬佩的心情。计算机制成后,在机器的

说明书上,艾肯引用了巴贝吉一段意味深长的话:“任何人如果不接受我失败的教训,还仍然下决心去研制一台把数学分析的全部工作都包括在内的机器的话,我不怕把自己的名誉交给他去作出应有的评价,因为只有他才完全了解我工作的性质及其成果的价值。”艾肯认为他的工作是受到了计算机先驱们的影响,他常鼓励别人阅读巴贝吉的自传。不过艾肯并没有看到艾达·拜伦对于巴贝吉计算机的说明。因此,在研制计算机的过程中,艾肯表现了高度的独创才能和主动精神。

1944年,艾肯等人制造的 MARK—I 计算机诞生了。这台计算机使用了 3,000 个继电器作为主要元件,每个继电器长约 1 英寸。这种继电器能在百分之一秒内完成开关操作,它能处理 23 位的数,两个 23 位数相乘只需要短短的四秒半时间。

几乎在同一时间,美国贝尔电话实验室的科学家斯蒂比茨领导的一个小组也在研制使用继电器的计算机。他们的第一台计算机于 1940 年研制成功。这是一台用于电气网络复数计算的专用机,因此被称为“复数计算机”,后来人们也称它为 Model—I 号。

Model—I 号建成后不久,在美国数学会作了一次精采的表演。主考官用十分复杂的问题考它,它都没有被难住,反而很快给出了正确答案。人们对它的演算能力很满意,唯一感到不足的是,它是一台专用机,不是通用机,使用范围比较窄。在斯蒂比茨的带领下,研究小组又花了几年时间终于在 1946 年制造出了 Model—V 号计算机。这台计算机的性能比以前的计算机提高了许多。用它作 7 位数除法,只需要 2.2 秒。

朱斯、艾肯等制造的这些机电式计算机是计算机发展史上短暂的一页,甚至有人认为这些在许多方面具有现代计算机技术特性的计算机在它们刚刚出世的时候,就已经过时了。因为这些计算机的主要部件是继电器,它的使用使计算机的运算速度受大了极大的限制。从另一方面看,由于在本世纪三十年代已经具备了制造电子计算机的技术能力,继电器式计算机从一开始就注定要很快被电子计算机替代。然而,制造继电器式计算机的方案是计算机技术发展史上必要的科学尝试。这些继电器式计算机为早期电子计算机的设计制造积累了重要的经验,对于现代电子计算机的高速发展起了开路的作用。艾肯、朱斯等人后来都转变为出色的电子计算机设计者。第一批通用继电器式自动计算机的设计者们,以巨大的才智和坚强的毅力,揭开了计算机发展的伟大序幕。

3. 发明家成了“诈骗犯”

随着科学技术的发展,人类发明了电子管。它是第一代电子计算机的主要元件。它为第一代电子计算机的诞生做出了很大的贡献,然而电子管和它的发明者都经历了一番曲折艰辛的路程。

说起电子管就要提到电灯,因为电灯可以说是电子管的前辈。1883年,美国大发明家爱迪生发明了白炽灯,电流通过灯泡中碳丝时会发出耀眼的光芒。为了防止灯丝在空气中燃烧,爱迪生把灯泡中的空气抽出来,使其内部形成真空。电灯的问世使人类第一次征服了黑暗,但是,任何人也没有想到,人们利用灯泡造出了电子管,从而产生了人类历史上最大的

发明——电子计算机。

爱迪生发明了灯泡后,没有被这一成果所陶醉,他仍然考虑着如何改进电灯,使它的寿命更长,亮度更高。一天,他正在实验室进行实验,他在灯泡的另一端接上一个铜片,在灯丝和铜片间联上一个电流计,然后接通电源。当灯丝发热、发亮的时候,爱迪生意外地发现,电流表上的指针发生了偏转。这就说明,电路上有电流。

图 8-11 爱迪生发现电路上产生了电流

对于这种奇怪的现象,爱迪生无法加以说明。因为灯丝与铜片并不联结在一起,它们中间是一段电流无法穿越的真空。照理说,电路上是不应该产生电流的。爱迪生感到奇怪,电路上的电流从何而来、电流又怎样跨越真空的呢?可是爱迪生没

有作进一步研究,他只是把这种现象作为一种效应记录下来,并申请了专利。这个效应,就是有名的爱迪生效应。

爱迪生发现爱迪生效应的消息远渡重洋,传到了大洋彼岸的英国。英国工程师弗莱明对这个效应颇感兴趣,他预料到爱迪生效应会产生更大的价值。电磁学大师麦克斯韦的这位得意门生继承了老师的治学传统,他有着很高的理论修养,曾提出过导体中感生电流方向的右手定则。他认为,爱迪生效应可以用来提高检波的效率。于是,他开始研制新型的检波器。

弗莱明制造了一个与众不同的灯泡。他在真空灯泡里用圆桶形的金属片把灯丝包围起来,组成一个极板,极板和灯丝之间加上一个正负极交替的电压,同时使灯丝通电加热。弗莱明发现,极板上带正电的时候,灯丝和极板之间有电流通过,当极板带负电时,灯丝和极板之间没有电流通过。这是一种新型的电器元件,它只让电流向一个方向流动,反向则没有电流,从而把交流电变成了直流电,这种元件叫做二极管。它可以用来检波和整流。二极管应用在无线电上,使器件的灵敏度大大提高。然而,弗莱明还没有发挥爱迪生效应的最大作用。弗莱明发明二极管的时候,远在美国的德福雷斯特也正在研究改进检波器。德福雷斯特于1873年出生在美国的伊利诺斯州,他从小喜欢机械,在大学里也是学的机械工程专业。但是一次偶然的机机会使他认识了无线电发明家马可尼,马可尼与德福雷斯特的谈话使德福雷斯特对无线电产生了浓厚的兴趣,也使他的人生道路发生了重大转折。两个月后,他辞去了芝加哥西方电器公司研究所的工作,在纽约泰晤士街租了一间小屋,开始了一个无线电发明家的艰难生涯。攀登科学技术

的高峰是很艰难的,德福雷斯特在自己的研究道路上也走了一些弯路,但是他把挫折当作新的起点。他没有灰心,而是继续努力,开始向新的目标进军。他认为弗莱明的发明只是一种出色的整流器和检波器,而他则要在弗莱明发明的基础上更上一层楼。

德福雷斯特终于研制了几只真空箱,这些真空箱的外表与二极管几乎一模一样,但它们还是有区别的。他在真空管的灯丝和极板之间封进了一小块锡箔,形成了第三板。他发现,在第三板上加一个不大的信号,就可以改变极板电流的大小,第三板微小的变化就能使极板上电流发生较大的变化,二者的变化非常一致。他意识到:信号被放大了。他高兴地知道,自己制成了第一只信号放大器。

德福雷斯特深知这项发明将使无线电技术的现状产生很大改观。他没有立即宣布自己的发明,而是进行了一次改进,用金属网替代了锡箔。他还想进一步地进行研究,可是,此时他已是衣衫褴褛、身无分文。他曾写道:尽可能站着,为的是裤子能够穿到第二年春天。在家里他常常赤足以便节省鞋子。他还做过各种零活以维持生计。为了电子管的命运,这位贫穷的博士只得到几家大公司宣传这种小灯泡的神奇作用,以求得到他们的资助。谁知资助没有得到却被一家公司认为他诈骗而把他送进了警察局。1906年春天,纽约地方法院以诈骗罪为名对德福雷斯特进行了公开审判,一时间发明家成了诈骗犯。

开庭那天,法庭里挤满了看热闹的人群,许多记者也来报道这一奇特的新闻。法官问德福雷斯特为何用这种小灯泡进

行诈骗,德福雷斯特却把威严的法庭变成了宣传科学的课堂,用他所研究的成果反驳了法官的质问。他说:这确实不是一个普通的灯泡,而是具有放大功能的电子器件,凭着这个小灯泡,可以接收到大西洋彼岸传来的微弱信号。他在法庭上宣称:“历史必将证明,我发明了空中帝国的王冠。”法庭上鸦雀无声了,法官们逐渐了解了他的发明,听众们也为他的发明感到兴奋。人们没有想到,被告竟是一位发明家。审判结果,德福雷斯特被无罪释放。他一下子成了全国闻名的人物。1906年6月26日,德福雷斯特发明的三极管获得了专利。

4. 普通人的发明

研究、设计计算机不一定是科学家们的专利,一些普普通通的人也在计算工具发展的历史上、对计算机的发展作出了重大贡献。十九世纪末叶,随着人口普查的出现,另一种计算机——统计分析机应运而生。

随着人口的繁衍和移民的增加,美国每十年进行一次的人口普查统计工作面临着巨大困难。1880年做的调查由于没有较先进的计算工具,直到1887年还没有统计完毕。如果没有适当的机器来代替手工计算,就会使统计时间过长、误差大,不能为政府机构提供用于决策的数据。如果计算工具没有改进,1890年人口普查就不得不减少调查项目。因此,人口调查机关征集能加快统计速度的计算工具。海尔曼·豪列利特在这场竞争中一马当先取得了胜利。豪列利特出身于德国侨民家庭,从哥伦比亚大学附属的专科学校毕业后,他曾在人口调查局工作了两年,因此他非常熟悉统计工作的特点和艰辛。

有一次,他在和派到人口调查局工作的美国陆军医官比灵斯交谈时,对方提出了使用穿孔卡帮助统计的想法,他颇受启发。当时,弱电流技术已经相当成熟,1866年铺的第二条大西洋海底电缆就是采用了开尔文的建议,使用了弱电流信号。豪列利特经过研究,取两项技术之长,利用穿孔卡和弱电流技术制成了一台制表机。

豪列利特制表机的主要特点是将信息用穿孔的方法记录在卡片上,再利用弱电流技术识别和传送这些信息到机械式的计数器中去,这一原理成为以后深入研究穿孔卡式计算机的基础。制表机共分五个部分:接受压力器、继电器、计数器、分类盒和电源。穿孔卡放在压力器底部,下面是通电的水银板,上面是一组带弹簧的金属棒,金属棒遇到卡片上的孔时才和水银接触形成回路。

分类盒是为了重复使用卡片而设计的。它一共有24个。一般情况下,它的盒盖利用电磁力克服弹簧拉力的原理关闭着。当卡片上的某个孔被金属棒穿过时,产生的电流就打开相应的电磁锁,于是弹簧的拉力将盒盖打开,操作人员用手把卡片送入盒中,这部分工作的自动化到相当晚才实现。

豪列利特的两名竞争者采用着了颜色的卡片,分类和计算仍然是手工操作。为了判明谁的发明优越,他们利用1880年的部分调查资料,包括1万人的各种信息,进行了试验。结果,豪列利特的系统所花费的统计时间比对手的速度要快一倍。1890年人口普查的统计制表工作就全部采用了豪列利特的计算系统,并且获得了巨大成功。这次普查共处理了六千三百万人的调查登记,而且增加了诸如“说英语的家庭数目”等

项目。在所有的资料汇总到华盛顿后一个月，统计制表就完成了。此后，西欧许多国家和加拿大，甚至俄国的人口普查都采用了豪列利特的系统。

统计分析机特别适用于进行数量庞大而又要多次使用的数据统计工作，这正是许多大企业的会计专业所需要的。所以在第二次世界大战前，它被不断改进，达到了成套自动统计记录的水平。但是，这类机器有一个致命弱点：计数器仍然沿用二百年来的机械原理工作，所以操作速度提不高，而且结构庞大。科学技术的发展已经提供出全新的电子器械，计算器中进行演算的机械式齿轮构造即将完成其历史使命了。

人类智慧的结晶

1. 埃尼亚克的诞生

二十世纪科学技术飞速发展，也带来了堆积如山的数据处理问题，这对改进计算工具提出了迫切的要求。然而，军事上的紧迫压力显然是强有力的刺激因素。当第二次世界大战的战场上战火硝烟时，后方的军事研究机构和大学实验室里也象前方打仗一样紧张繁忙。美国宾夕法尼亚大学莫尔学院电工系的科学家们同阿伯丁弹道研究实验室一道，共同负责为陆军每天提供六张火力表。这项工作非常困难和紧迫。因为，每张火力表都要计算几百条弹道，而一个熟练的计算员用台式计算机计算一条飞行时间为 60 秒的弹道要花 20 个小时，用大型的微分分析仪也需要 15 分钟。从战争一开始，阿伯

丁实验室就不断地对布什的微分分析仪作技术上的改进,同时聘用了二百多名计算员,即使这样,一张火力表也往往要算二、三个月,问题相当严重。任务如此紧迫,靠手工计算或用旧式计算机计算,无论如何是不能完成任务了。

当时,美国衣阿华州立学院的数学物理教授阿塔纳索夫同当时多数计算机设计者一样,也是由于在求解数学物理微分方程时遇到计算困难,而对研究新型计算机产生兴趣的。1937年,他在对布什微分仪进行了深入考察后,指出了模拟方式的局限以及数字手段的有效性。他认为这类机器已经陷入了绝境,只有另辟蹊径才能有出路。

有一天,阿塔纳索夫走进一家啤酒馆,一个人自斟自饮。就在他半醉半醒的时候,他朦胧看见一架巨大的机器出现在他眼前。这架机器中整齐地排列着许许多多电子管,无数条红红绿绿的导线密密麻麻交织着。他又仿佛看到线路自动排列成规则的图案。阿塔纳索夫非常高兴,当他刚要仔细地看一看时,这架巨大的机器却消失了。当他清醒过来后,只有啤酒在他的面前。但是他仍然激动万分,因为他的脑海里已经产生了设计新型计算机的方案。他马上与同事贝利合作,试制出了一台能够求解包含三十个未知数的线性代数方程组的电子计算机。

然而,他只得到了六百美元的经费,其中包括贝利的工资。这样,他们只造成了计算机的一个部分。1941年1月15日的《德孟内斯论坛报》上刊登了贝利手持该机器的一部分的照片,并预言整个机器包括三百多个电子管将于年底完成,然而计划未能实现。资助阿塔纳索夫的衣阿华州立学院农业实

验站,在战争爆发之后即告解散。阿塔纳索夫也被转入军队服务。但是,阿塔纳索夫的设计方案是在电子计算机设计中采用电子元件的最早方案。

1941年夏天,正是莫尔学院放假的时候,在学院工作的莫希利与老同学阿塔纳索夫见面了。阿塔纳索夫把自己的设想告诉了莫希利。正在为解决火力表的计算问题伤脑筋的莫希利由此触发了灵感。1942年8月他写出了一份题为《高速电子管计算装置的使用》的备忘录,它实际成为世界上第一台电子计算机的最初设计。这份备忘录引起了23岁的研究生艾克特的浓厚兴趣,后来他便参与了第一台电子计算机的设计工作。

不幸的事情发生了,莫希利的这份备忘录遗失了,但这并没有磨灭他制造电子计算机的念头。他向联系阿伯丁实验室和莫尔电工系研究小组的军方代表格德斯坦谈了自己的想法。精明的格德斯坦意识到这一设想中的机器的巨大作用,他非常支持这项计划。莫希利和艾克特根据秘书的速记整理出了一份制造新式计算机的报告。1943年4月2日,莫尔学院负责与阿伯丁实验室联系的勃雷纳德教授根据他们的报告,正式提交了一份制造电子计算机的发展计划。

他们办事的效率是非常高的。这样重大的计划提出刚刚一周,也就是1943年4月9日,这一天是决定世界上第一台电子计算机命运的一天。阿伯丁实验室的负责人西蒙和他们的主要科学顾问——著名数学家维伯伦博士听取了格德斯坦、莫希利和艾克特的简单汇报。维伯伦的意见是举足轻重的,他听完汇报后,沉思了片刻,猛地站起来说道:“西蒙,给格

德斯坦这笔经费。”随即他离开了会议室。这次戏剧性的会议带来了历史性的效果。就这样,人类历史上最伟大的发明,经过无数科学家辛勤的浇灌,终于破土发芽了。

6月5日,莫尔学院和军械部正式签订合同。在工作开始以前举行的会议上,这台机器根据吉伦上校的建议被命名为“电子数值积分和计算机”(Electronic Numerical Integrator and Computer)简称 ENIAC。

承担研制 ENIAC 的莫尔小组是由一些朝气蓬勃的青年科技工作者组成的。24 岁的艾克特是总工程师,负责解决制造中出现的技术问题。莫克利是三十多岁的物理学家,他提出了电子计算机的总体设计。年轻的格德斯坦中尉不仅能在数学上提供有益的建议,而且他还是精干的科研组织人才。另外还有年轻的逻辑学家勃克斯,陆军军械部拨款 48 万美元以帮助制造计算机,再加上这些科学家们高超的胆略与创造才华,经过不懈的努力,1945 年底,这台标志人类计算工具历史性变革的巨型机器宣告竣工。1946 年 2 月 15 日举行了正式的揭幕典礼。

ENIAC 是个庞然大物,占地面积达 170 平方米,它的耗电量也很惊人,功率为 150 千瓦。工作时常常因为电子管烧坏而不得不停机检修。尽管如此,它仍然是人类计算工具发展史上一座不朽的丰碑。

ENIAC 的最大特点就是采用了电子线路来执行算术运算、逻辑运算和存储信息。同以往计算机相比,它最突出的优点是速度快,比过去的计算机速度快一千倍。因此,它能够胜任相当广泛的科学计算。

但是,就连 ENIAC 的研制者们也感到,虽然 ENIAC 是第一台正式运转的通用计算机,但它的基本结构与机电式计算机没有本质的区别。ENIAC 显示了电子元件在进行初等运算速度上的优越性,却没有最大限度地发挥电子技术的巨大潜力。1944 年,美国陆军要求莫尔学院设计出更强有力的计算机。科学家们又对计算机器件进行了改进。至此,研制一种高效率电子计算机的技术条件已经基本具备。通向计算机发展康庄大道的大门就在眼前。冯·诺依曼在关键时刻出现了,他幸运地担当了打开这座大门的开锁人。

2. 诺依曼和研究小组的成败

1963 年,冯·诺依曼出身在匈牙利的布达佩斯。11 岁的时候,老师发现了他的数学才能,就请大学教师弗凯特对他进行辅导。诺依曼很快就在集合论、测度论、泛函分析等数学领域有了很深的造诣。12 岁的时候,他已经能读懂法国大数学家保莱尔的《函数论》了。青年时代,诺依曼当过数学大师希伯特的学生。他几乎同时毕业于两所大学,在布达佩斯大学获得数学博士学位,在苏黎士高等技术学院通过了化学方面的大学毕业学位,说明了他受到了理论科学和技术科学的广泛熏陶。不到 30 岁,他就成为了美国普林斯顿大学的第一批终身教授。他在纯粹数学、应用数学、计算数学等领域作出了重大贡献。他的数学天才使他在量子力学、原子弹研制、数理经济学领域都取得了巨大的成就。

诺依曼参加了第一颗原子弹的研制工作,他在洛斯·阿拉莫斯实验室研究原子核裂变反应过程中遇到了极其复杂的计

算问题。这涉及到数十亿次初等算术运算。为此,实验室聘用百余名女计算员,让她们从早到晚地用台式计算机演算,结果还是不能满足需要。诺依曼为这个问题伤了不少脑筋。

一次偶然的的机会,诺依曼遇到了研制 ENIAC 计算机的格德斯坦博士。格德斯坦对诺依曼早有耳闻,因此第一次和这位世界著名的数学家谈话未免有些紧张。但诺依曼平易近人,交谈中格德斯坦告诉了诺依曼许多研制电子计算机的事情,诺依曼对此非常感兴趣。

图 8-12

年轻的总工程师艾克特听说诺依曼对计算机的研制工作很感兴趣,心里非常高兴。1944 年 8 月,诺依曼兴致勃勃地参

观了电子计算机,他向设计者们询问了机器的逻辑结构方面的问题。诺依曼一下子就抓住了计算机的灵魂,艾克特对他有说不出的敬佩。

1944年8月到1945年6月,是计算机发展上智力活动最密集的季节,诺依曼参加到莫尔学院的计算机研制小组里去了。青年科学家们思维敏捷、才华横溢,提出了许多设计方案。诺依曼用他那雄厚的数理基础和高超的综合能力,集众人之长,在新型电子计算机的逻辑设计中起到了关键的作用。短短的十个月,一个全新的存储程序通用电子计算机——EDVAC方案诞生了。

EDVAC方案虽然没有正式出版,但需求者甚多,且波及国内外。1946年6月在美国普林斯顿高级研究所里,格德斯坦、勃克斯和冯·诺依曼提出了一份更加完善的设计报告“电子计算机装置逻辑结构初探。”这份报告与EDVAC方案一样既有理论又有具体设计。从而掀起了第一次“计算机热”。之后,莫尔学院开办了“电子数字计算机设计的理论和技术”的讲座,有二十个美国和英国的研究机构派来专家学习。可是,由于设计组专家们因为ENIAC发明权的矛盾陷于分裂,至使EDVAC到1952年才姗姗来到人世。EDVAC方案是计算机发展史上一个划时代的文献。它向世界宣告:电子计算机的时代开始了。从此,人类掌握了智力解放的伟大工具,人类在数千年中积累起来的科学技术文明,终于结出最激动人心的智慧之花。如果说显微镜、望远镜是人的眼睛的延长和扩大,电话、无线电是人的耳朵的延长和扩大,那么,电子计算机则是人的大脑的延伸和扩大。

3. 图灵和理想计算机

在相当长的时间里,人们一直认为存储程序这一计算机的重要概念是冯·诺依曼和 ENIAC 小组最先提出来的。据冯·诺依曼的一位同事富兰克尔回忆,冯·诺依曼并没有说过存储程序型计算机的概念是他最先提出来的,但却不止一次说过图灵是现代计算机的设计思想的创始人。虽然我们无法证实存储概念的真正创造者是谁,但图灵对现代计算机设计作出的重要贡献是无可质疑的。

提到著名的英国数学家图灵,人们不仅感叹他惊人的抽象思维的才华,而且为他过早的离去而未能带给我们更多的财富感到惋惜。他的许多重要科学成果是在他去世多年后才发表而为人所知的。作为一个单身汉和长跑运动员,以及他的英年早逝,使他的个人生活像迷一样富有传奇色彩。

1931年,19岁的图灵进入剑桥大学学习数学。学成毕业后,他被留校任教。1936年,图灵发表了著名的关于“理想计算机”的论文。图灵提出这种理想计算机理论并不是研制具体的计算机,而是巧妙地解决了计算机制造中的一个十分抽象的数学问题。后人把这种“理想计算机”称为图灵机。图灵这篇论文为以后出现的计算机提供了理论证据。

图灵提出的理想计算机的理论,给可计算性这一概念下了严格的数学定义。图灵设计的理想计算机包括三个部分:一条带子、一个读写头和一个控制装置。带子分为许多个小格,每小格存一位数。相对带子的读写头可以左右移动,每次移动一小格读出一个或打印一个符号。图灵还设计出了一种“通用图灵机”,这种图灵机能够模拟任何一个给定的图灵机。“通用

图灵机”是现代通用数字计算机的数学模型。图灵在不考虑硬

图 8—13

件的情况下,严格描述了计算机的逻辑构造。这种通用图灵机可以把数据和程序以数码的形式存储在纸带上。另外,这种程序能把高级语言写的程序译成机器能够识别的语言。

一百年前,巴贝吉就开始设计制造通用数字计算机,可是他并没有实现这一理想。而图灵机理论不仅解决了数理逻辑的一个基础理论问题,而且证明了通用数字计算机是可以制造出来的。更加令人惊叹的是图灵机理论比世界上第一台通用自动计算机 Z—3 的出现整整早了五年,就象在人类掌握核动力之前伟大的科学家爱因斯坦就在理论上提出了质能关系式一样。图灵机理论体现了科学家们在研究工作上一丝不苟的精神及敏锐的科学洞察力,也为人类能够控制自然奠定了坚实的理论基础。

图灵很早就开始了计算机的研究。从英国政府在七十年代透露出来的一些文件来看,图灵研究的一台计算机很有可能比世界上第一台电子计算机 ENIAC 还要早。第二次世界大战中,图灵曾在英国外交部所属的一个绝密机构从事破译密码的研究工作。这个机构 1943 年造出了一台有 1500 个电子管的破译密码的专用电子计算机——“巨人”。

这台机器采用了图灵机的某些概念,共生产了十台。这些机器在第二次世界大战中破译了许多德国的密码,这种机器的使用情况令人非常满意。为此,1945 年图灵退役时获得了英国政府颁发的最高奖章。非常遗憾的是,这种电子计算机的详细情况至今仍属于英国政府的保密资料不能公开,所以无法进一步研究它。

战争结束以后,图灵于 1945 年至 1947 年在英国国家物理研究所工作。他参加 ACE 机器的研制工作。他把当时正在设计制造的第一架电子计算机 ENIAC 的经验和自己的一系列思想融合在一起,在 1945 年提出了 ACE 计算机总体设计

方案的报告。图灵在报告中提出了一些重要的计算机设计思想,后来被人归纳为二十一项特点,并指出其中只有四、五项与冯·诺依曼的通用电子计算机方案相同,而报告中已具有了“仿真系统”的思想。这种计算机直到七十年代才制造出来。采用了图灵的设计思想的 ACE 机器也迟迟地在 1958 年制造成功。图灵提出的关于 ACE 的重要报告,也被保密长达 27 年之久,直到 1972 年才以单行本的形式被发表。

1947 年,图灵写出了一份关于智能计算机的报告。他认为智能计算机是可能实现的。这份报告提出不少令人感兴趣的概念,特别是他提出了自动程序设计的思想,这是后来人工智能中重要的研究课题。不少文献认为自动程序设计是瓦丁格于 1963 年提出来的。但是人们发现,图灵比瓦丁格早二十年就用相同的方法提出了自动程序设计的概念。

1952 年的一天,英国 BBC 电台在第三套节目里安排了一场别开生面的辩论,吸引了无数听众的注意。科学家们辩论的题目是:“自动计算机能思维吗?”辩论的一方是皇家学会会员杰斐逊博士,另一方是新当选为皇家学会会员的图灵博士。图灵从行为主义的角度给出了智能计算机的定义。它还设计了著名的“图灵测验”,即一个人在不接触对象的情况下,同对象进行一系列的问答,如果根据这些问答无法判断对象是人还是计算机,那么就可以认为这台计算机具有同人相当的智力。虽然目前还没有一个计算机能够通过图灵测验,但图灵预言,本世纪末将会出现这样的机器。

图灵不仅在数学和计算机方面有很深的造诣,而且还孜孜不倦地研究物理和化学,研究某些工程技术问题,企图给出

自然界一些现象的突变模型。他的创造力是丰富多彩的,他的思维敏捷而又深刻。对于他,数学不是一种自我封闭的完美的逻辑体系,而是洞察自然界的窗口。当他 24 岁时就提出了图灵机理论,尽管这种机器还没有制造出来,但他在理论上已证明了这种机器的巨大功能,同时也深刻指出了这种机器不是万能的。人工智能是六十年代后才形成的一个新领域。在这个领域中,人们越来越认识到图灵曾经发表的观点的科学价值。十分可惜的是,1954 年图灵离开了人世,终年 42 岁。

在人类历史发展的长河中,人类早期发明的工具的最重要的作用是觅食和御敌,而觅食和御敌的唯一手段是手,能否使手延伸和扩大是生命攸关的事。因此,人类发明的第一类工具是体力工具,这也是必然的。

近代科学技术的发展也带来人类工具的进步,使人类真正拥有了“千里眼”、“顺风耳”。十七世纪时,荷兰的一名小布商安东·范·列文虎克发明了显微镜,它可以把微小的物质放大几百上千倍,并用它来观察水滴、血液和毛发。显微镜下的微观世界使我们能看到细菌和毛细血管。

列文虎克发明了观察微观世界的工具,伽利略发明了观察遥远天际的工具。1609 年,伽利略制造了第一架天文望远镜。通过望远镜,遥远的天空一下子缩短了距离,使我们能够看到太阳的变化、月亮上的山丘谷地、围绕木星旋转的四颗卫星。

1844 年,美国画家莫尔斯发明电报试验成功。他在华盛顿发出了人类历史上的第一份电报,64 公里外的助手盖尔收到了这样的电文:“上帝创造了何等的奇迹。”1878 年,美国发

明家贝尔又在纽约和波士顿之间成功地进行了长途电话试验。电话中传来清晰的声音,遥远的声音似乎近在咫尺。本世纪初,意大利发明家马可尼发明的无线电成功地进行了横跨大西洋的通讯。这些工具都是提高人的感觉能力的工具,人们看到了眼睛看不见的世界,听到了耳朵听不到的声音。人类的感觉更灵敏,接收的信息更丰富。如果说显微镜、望远镜是人的眼睛的扩大和延长,那么电话、无线电、电报则是人的耳朵的延长和扩大。

电子计算机的诞生,使人类的工具进入了一个新的时代。这种史无前例的新型工具不仅减轻了人的体力劳动,而且解放了人的智力。它是大脑的延长和扩大,它使人类更加聪明,更加能干,它是一种智力工具。

在人类发明的无数工具中,电子计算机是最伟大的发明。如果说以前所有的发明都是人类智力的物化,是人类知识的结晶,那么电子计算机则是人类最高智慧的物化,是人类最新知识的结晶。以前的发明只有单一的功能或有几种作用,而电子计算机却几乎是一种万能的工具。它在各个领域都发挥着巨大的作用。它也被用于家庭生活,成为人们的好朋友。现在,计算机的应用已有成千上万种,并且还在不断增加。可以说,所有的工具都是人类智慧之苑,而电子计算机则是最大、最美的花朵。

四、一代更比一代强

虽然电子计算机从诞生到现在才四十多年,但是它却经历了多次“改朝换代”。从电子管型计算机发展到晶体管型计算机,从集成电路型计算机发展到大规模集成电路型计算机,每一代新型计算机都是一个飞跃,每一代新计算机都为人类带来了无法估量的价值。

推陈出新,改朝换代

1. 计算机走出襁褓

四十年代中期到五十年代初,普林斯顿高级研究所取代了宾夕法尼亚大学莫尔学院成为美国计算机研制中心。莫尔学院既是第一台电子计算机 ENIAC 的诞生地,又是第一个存储程序计算机 EDVAC 方案的诞生地。随着战争的结束,学校领导对计算机的研制没有再采取支持态度,集结在该校的计算机领域的一些著名专家、学者纷纷出走。研制 ENIAC 的主要成员莫克利和艾克特离开学校,开办了一家电子公司。世界著名的计算机思想家冯·诺依曼与研制 ENIAC 的重要成员勃克斯博士和格德斯坦博士都来到了普林斯顿高级研究所继续从事计算机的研究工作。

高级研究所制订了研制电子计算机的计划,研制工作包括:逻辑设计与程序设计、工程技术、数值计算方法、数值气象预报四个方面,对计算机一系列重要领域进行了开拓性研究。计划的主要目的是研制“完全自动的数字型通用电子计算机”,以普林斯顿高级研究所英文单词的第一个字母命名为IAS。整个研究工作由冯·诺依曼负责,参加这项研究的还有格德斯坦和其它研究人员。

1946年6月,勃克斯、冯·诺依曼和格德斯坦发表了题为《电子计算机逻辑结构初探》的报告,以后又发表了几篇论文。这些报告比EDVAC方案更为完善,它们详细地描述了存储程序计算机的体系结构,具体探讨了这种计算机如何组织,程序如何编写,可以说是现代通用计算机的奠基工作,流行很广、影响很大。

由于采用了新的技术,IAS计算机的加减法运算速度比EDVAC计算机快一个数量级,并且结构设计紧凑、节省器材,全机只用了2300支电子管,而EDVAC却用了3000支电子管和8000支二极管。

在美国军方和原子能委员会的支持下,IAS计算机的研制进展很快,并于1951年交付使用,并显示出了它的威力。洛斯·阿拉莫斯实验室的一批科学家在这台计算机上进行了大量的热核武器方面的计算。机器连续工作了六十天,仅发生了五、六个错误。IAS计算机与ENIAC计算机相比,如果计算同样范围的24小时天气预报,ENIAC需要24小时,而IAS仅需要6分钟,提高效率240倍。这台实用的计算机吸引了各国著名实验室的研究人员,他们纷纷效仿研制。

另外,美国麻省理工学院数字计算机实验室也研制成功了一台军事上专用的“旋风”计算机。经过一系列改造,这台计算机的性能有了很大的提高,运算速度达到了每秒 35,000 次,存储量有了较大增加,故障周期由原来的两小时提高到两周。

随着计算机技术的发展,电子计算机也从实验室的襁褓中成长起来,逐渐走进了社会。

1947 年,当年 ENIAC 的主要设计者莫希利和艾克特离开宾夕法尼亚大学莫尔学院后,第二年,他们在宾夕法尼亚市附近开设了一家电子控制公司,后改名为艾克特·莫希利计算机公司。这是世界上第一家计算机公司,它开辟了工业化批量生产电子计算机的先例。

1951 年,艾克特·莫希利公司生产出了第一台电子计算机,并交付美国人口统计局使用。1952 年美国进行总统选举时,美国人口统计局用这台计算机统计选票和预报选举结果。选举那一天,投票刚刚结束,计算机就根据选票初步统计出了结果,并预告艾森豪威尔将击败杜鲁门而当选为总统。计算机的这一作用轰动了美国,并因此名扬天下。

其实,这台电子计算机的速度并不快。它做加法的速度是每秒 2,000 次,乘法 400 次。整个机器使用了 3,500 个电子管,显得非常笨重。然而这台计算机却有它的特点:它首次使用磁带机作为外部存储器,从而扩大了信息的存储容量,而且第一次编制了程序。它使用的磁带是一种金属带,记录密度只有每英寸 100 比特,传送速度只有每秒 12,800 字符,但它毕竟为计算机增添了新的辅助设备,克服了计算机内存小的局

限,从而很快成为计算机必不可少的辅助存储器。

艾克特·莫希利计算机公司由于研制计算机耗资巨大,经济上遇到了很大的困难,从1950年起,雷明顿·兰德公司开始逐步回收和吞并了这个小公司。

从1951年至1955年,雷明顿·兰德公司把这种计算机投入小批量生产,共生产了二十台,大多售给军事部门、研究单位和政府机关,如空军买的第二台、第三台被陆军测绘局买走,后来又有如通用公司、美国钢铁公司、西屋电器公司等大企业购买。这个公司的产品在1951年至1953年这段时期里几乎独占了美国计算机市场。

1953年,IBM公司跨入了竞争者的行列。他们聘请了思想深邃、博学多才的冯·诺依曼博士担任公司顾问。诺依曼向公司领导及技术人员介绍了电子计算机在科学上的应用及其意义,提出了一系列有充分科学依据的重大建议。IBM公司的总经理具有敏锐的观察力,他决定制造电子计算机。

在公司共同的努力下,1952年底该公司的第一台科学用计算机IBM—701制造完成,安装在纽约计算中心,向社会开放,吸引了无数观众。

1953年4月7日,IBM公司在纽约举行盛大招待会,庆祝IBM—701计算机问世。二百多名科学家和实业家应邀参加,《纽约时报》等报刊对此也作了大量宣传。IBM公司还很重视计算机生产工艺的标准化,使这些计算机很快从“展品”转化为工业产品。一些公司、大学和政府机构都纷纷订购。

1955年以后,IBM公司又接连不断地推出新的产品,从而形成了具有继承性的计算机家族。他们还不断增加新功能,

方便用户使用,因此受到了广泛欢迎。这些计算机为以后新一代电子计算机的设计提供了扎实的基础。然而,要使电子计算机市场进一步扩大,必须对计算机自身存在的问题加以改进,尤其在体积、速度、可靠性方面要有新的突破,因此,电子计算机面临着一次新的革命。

2. 旧貌换新颜

我们知道,第一代电子计算机的主要元件是电子管。ENIAC 计算机使用了 18,000 电子管,IAS 计算机使用了 2,300 只电子管。由于电子管的数量多、体积大,这就限制着计算机必然是一个庞然大物,同时也影响着计算机的运算速度。可以说,电子管是影响电子计算机革命的最大障碍。

1945 年初夏,美国著名的贝尔实验室的负责人、电子管专家凯利看到了电子管性能上的许多不足,他同固体物理学专家肖克莱讨论了如何克服电子管的缺陷。肖克莱不愧是一位有远见的科学家。他认为,虽然把电子管的性能进行改良,也会取得一些进步,但不能克服电子管本身的局限。电子管已经完成了它的伟大历史使命,应该寻找新的电子元件替代电子管。实际上,他已经把探索的目光投向了刚刚露出一线光明的半导体物理学领域。这一建议得到了凯利的重视。不久,贝尔实验室成立了由肖克莱担任组长,由肖克莱、巴丁和布拉坦为核心的固体物理学研究小组。肖克莱擅长于基础理论研究,巴丁是一位富有创见的固体物理学家、布拉坦则有丰富的半导体实验研究经验。三个人密切合作,首先开展了对半导体导电机制的研究,力图通过扎实而广泛的基础研究,找到一种能

控制半导体电子流动的方法,以仿效真空管,造出一种新的半导体放大器件。

他们选择了锗和硅做为研究对象,一次又一次进行着实验,一次又一次地进行着理论探讨,重复着从理论到实践、再理论再实践的过程。肖克莱根据自己多年来研究半导体的丰富经验,提出了一个被称作场效应的设想。这一设想从理论上预言:当半导体材料加工成极薄的薄片时,就可以通过调节与薄片表面垂直的电场控制薄片的电阻率,使其表面流动的电流受到控制,从而起到电子放大器的作用。实验推动着理论的形成,理论又指导着实验。肖克莱的理论提出不久,擅长于实验的布拉坦和一名助手在做测定半导体材料光生电动势的实验时,果然发现:改变半导体锗的样品同电极之间的电压和方向,光生电动势的大小和极性也随之发生变化。这真是踏破铁鞋无觅处,得来全不费功夫。这种现象正是肖克莱预言的场效应。肖克莱的预言和布拉坦的实验传到巴丁手里,他彻夜未眠,画出了一张半导体放大装置的设计草图。布拉坦接过图纸后,马上去进行了试验。

1947年12月23日,他们终于成功地研制出世界上第一只晶体三极管。这只三极管是用半导体锗作原料制成的,表面层有两根极细的金属针,一根是固定针,另一根是探针,探针上加有负电压。当探针同固定针逐渐靠近,距离小到百分之五毫米以内时,流过探针的微小电流的变化就能控制固定针的电流变化,达到电流放大的目的。这种半导体放大器件被称作点接触晶体管。1948年7月,巴丁和布拉坦向全世界宣布了自己的发明,一场新的电子革命从此拉开了序幕。

翌年,理论造诣很深的肖克莱又提出制造一种性能更好的结型晶体管。这种结型晶体管是通过控制中间一层很薄的基板上的电流、实现放大作用的。1950年,结型晶体管研制成功了,它具有结构简单、体积小、可靠性高等电子管无法比拟的优点,而且适合大批量生产。

小巧玲珑的晶体管一问世,就引起了科学家的浓厚兴趣。这种重量轻、体积小、寿命长、省电的晶体管,显然可以大大缩小电子计算机的体积和重量,减少用电量,提高运算速度。1954年,美国空军研制了第一台晶体管计算机,并于1956年制造完成。这台计算机使用了5,000只晶体管,所需功率为160瓦。整个机器的体积只有落地音箱那么大。

另外,麻省理工学院在1956年4月研制出了TX—2大型晶体管计算机。全机使用了22,000只晶体管,机器的运算速度非常快,加法每秒高达15万次,乘法达8万次。研制TX—2晶体管计算机所取得的技术成果,后来在IBM公司生产的大型晶体管计算机系列中发挥了重要作用。

从1958年开始,各种晶体管计算机如雨后春笋般纷纷问世,并陆续投入批量生产。它迅速取代了第一代电子管计算机,在工业、商业、银行、政府机关、军事部门得到了广泛应用。电子计算机开始向小型化发展,各个计算机公司也争先恐后地占领市场。确实,电子计算机为我们带来了不小的经济效果。它减轻了人类大量的脑力劳动。

3. 计算机发展的里程碑

人类的追求是永无止境的。在电子计算机的发展历史上

也是如此。虽然科学家研制出了晶体管以代替电子管,从而使计算机的各种性能有了很大提高,但是,人们又慢慢觉得晶体管也存在着许多问题。能不能把晶体管加以改进呢?对于科学的向往,历史总会给出肯定的回答。

半导体集成电路的出现,是继 1947 年发明晶体管后,电子技术领域又一次重大的突破。集成电路是把晶体管和其他电子元件集结在一块面积较小的硅片上,形成具有一定功能的整体电路。集成电路与用晶体管等分立元件构成的电路相比具有很多优点,如显著提高了可靠性,减少了机器的故障,大大降低了功耗,缩小了体积,降低了造价。由于采用了集成电路,计算机的性能又一次飞跃了,从而使电子计算机进入了第三代的发展阶段。

图 8-14

1958 年夏天,美国德克萨斯公司的基尔比研制成功第一个半导体集成电路。这种集成电路是一块只有二、三十平方毫米大的硅片,在它上面密布着几百到几千个极小的三极管、二极管和其它电子元件。这些集成电路可以做成存储数据的存储器、发送数据的放大器和进行计算的微处理器。它们的元件非常微小。人的头发大约 100 微米粗,而集成在硅片上的晶体

管却小于 3 微米。

晶体管制作得再精细也只是一朵不引人注目的小花，而集成电路硅片却是花团锦簇的大树。

IBM 公司的专家们早就为集成电路的巨大魅力所倾倒。公司总经理沃森组织二十多名专家深入研究制造采用集成电路的新型计算机的方案。1961 年底，专家们提出了一份包括八十多项内容的报告，为这种第三代计算机确定了指导思想和设计原理，经过一场激烈的争论之后，IBM 公司毅然决定投资 50 亿美元推行这个庞大的计划。

IBM 公司的董事长小沃森是一位在第二次世界大战中当过飞行员的企业家。他精明能干，富有远见。IBM 公司的发展已充分显示了他的经营才干。1956 年，他继任 IBM 公司董事长以后，又大力发展研究和开发工作。为此，他多方招募人才，先后聘请了格德斯坦、伯克斯、波墨林等一些著名的计算机专家来公司工作，并建立了 IBM 研究部。同时，他大幅度增加科研经费，决心不断地采用当今最新的科学技术，以便在激烈的市场竞争中使 IBM 公司永久地立于不败之地。

1964 年 4 月 7 日，美国各大报纸都登了一条引人注目的消息：IBM 公司将于当天在美国的 62 座城市和 40 个国家同时举行记者招待会，宣布该公司在计算机研制中的又一个重要发明。

这次 IBM 公司将宣布什么惊人的消息呢？全世界都翘首以待，尤其是 IBM 公司的几个劲敌，如雷明顿·兰德公司、布劳斯公司等更是到处打探虚实。雷明顿·兰德公司从五十年代中期就逊色于 IBM 公司，因此，对于 IBM 公司这次要使出

什么新的技术,兰德公司自然探之心切。

图 8-15

这一天,在纽约的一家豪华饭店门前,轿车云集,人群拥挤。一位身材魁梧,颇有军人风度的中年人快步走进挤满了记者的会场。他就是 IBM 公司董事长小沃森。他在记者招待会上说:“先生们、女士们,十一年前的 4 月 7 日,本公司也在这里举行过这样的招待会,宣布了 IBM——701 大型计算机的诞生。十一年来,正如诸位所知道的那样,在计算机领域又发生了迅速的变化……,今天,请诸位来是要宣布公司的一项最新成果——IBM360 系统。这是公司 50 年历史上最重要的产品,它将为数据处理揭开划时代的新纪元。”小沃森接着向大家介绍:这种 360 系统将取代公司目前各种类型的大、小计算机,虽然这些计算机仍保持着良好的销售情况,在今后形成通用的、标准的计算机系列。所谓 360,就是罗盘 360 度的意思,

即新系列能适应各种应用范围,具有全方位的特点。

后来人们才知道,为了实现这项宏伟的计划,IBM 公司共投资 50 亿美元,其中研制费 5 亿美元,生产设备投资 10 亿美元,推销和租赁垫支 35 亿美元。而美国研制第一颗原子弹的曼哈顿计划才只花了 20 亿美元。可以说,IBM 公司研制 IBM——360 计算机是资本主义社会最大的一笔私人投资,难怪美国杂志称 IBM——360 系统是 50 亿美元的赌搏!

人们没有想到,这场革命是由一种小小的硅片引发的。做在硅片上的集成电路和以后的大规模集成电路、超大规模集成电路,给计算机的发展增添了巨大活力。一块硅片上容纳的电子元件相当于第一台电子计算机里所有的电子元件。IBM——360 系统首次采用集成电路,成为计算机发展史上的第三代产品。

至此,电子计算机走过了它的婴儿期,逐步趋于成熟。但是计算机的发展并没有完结。它将向新的高峰挺进,使人类智力在计算机的帮助下,得到更大的开发和解放。

五、懂一点计算机

计算机的结构和二进制

前面我们谈到了计算机的历史和发展,那么,现在的计算机是什么样子的呢?它是由哪些部件组成的呢?它是怎样听从人的指挥进行工作的呢?在这里我们向大家做一个简单的介绍。

电子计算机俗称“电脑”,现在我们普遍使用的有微型机、工作站,小型机、中型机、大型机和巨型机。

电子计算机是由硬件和软件两大部分组成。硬件一般是指计算机的一些“看得见,摸得着”的设备,而软件则是计算机使用的各种程序的总称。计算机的硬件包括:运算器、控制器、存储器、显示器、键盘、软硬盘、电源等,另外,计算机还可以添加一些辅助设备,如:打印机、鼠标、扫描仪、绘图仪等。计算机的软件包括:系统软件、应用软件。

1. 计算机的结构

这里,我们给大家介绍一下计算机简单工作过程,以及计算机中使用的二进制。当你打开计算机的电源,计算机会执行

一系列的系统操作,然后等待你输入命令。这时你可以通过键盘或其它输入设备把命令和数据输入到计算机中,命令通过存储器到达控制器,控制器根据指令的要求把数据从存储器取到运算器进行计算,计算结果又被放回存储器,再由控制器将存放在存储器中的数据结果输出到显示器或其它输出设备上。如果你输入计算机的是一系列命令,控制器则会自动从存储器取出下一条命令执行。

图 8—16

2. 揭开二进制之迷

一台电子计算机,无论它是运算速度非常快的大型机,还是功能很强的微型机,它们都是由一些“与非门”;“触发器”之类的基本电子元件组成的,这些电子元件只能识别高电位和低电位,另外,触发器也只能表示两个状态,所以就可以用“0”和“1”这两个数字来表示。

我们常用的十进制数,包括 0、1、2……,9 十个数字,任何一个数都可以用这十个数字表示。如果我们遇到一个比 9 还要大的数,就得用两个数字来表示,也就是咱们平常所说的

“逢十进一”。而二进制只有两个数字 0 和 1,比 1 大的数,就要增加一位,也就是遵循“逢二进一”的原则。例如:十进制的 2,要用二进制表示,就是 10。这是因为二进制是逢二进一,比 1 大就要进位,所以就要写成 10。

为什么电子计算机要使用二进制呢?首先,这是因为在计算机中表示二进制比较容易。

我们大家都知道,电灯开了就亮,关了就灭。因此,它有“亮”和“灭”两种状态,如果我们把“亮”即有电当作“1”把“灭”即无电当作“0”,这样它就起到了计数的作用。电子计算机中的电子元件也只具有这两种状态,所以,电子计算机采用二进制是合适的。其次,计算机采用二进制数可以节省设备,若用十进制表示 0 至 9 的话,就得用十个数码表示,而采用二进制表示只需要四个数码就可以。

十进制 0 至 9 的数字与二进制数的对应关系为:

十进制	二进制
0	1
1	1
2	10
3	11
4	100
5	101
6	110
7	111
8	1000
9	1001

另外,二进制数运算简单。我们对十进制的运算规则已经非常熟悉,二进制的算术运算规则与十进制的很相似,但是要简单得多。

二进制数虽然很适用于电子计算机,但也给我们带来了这样的问题:十进制数,我们一看就明白它表示的数的大小;而二进制数写起来很长,看起来也别扭,如果能利用它们之间的某种关系,使它们互相转换,那就方便多了。

假如有一个十进制数值为 256,它的个位数可表示为 6×10^0 ,十位数可表示为 5×10^1 ,百位数可表示 2×10^2 ,所以十进制数 256 就可表示为 $2 \times 10^2 + 5 \times 10^1 + 6 \times 10^0$ 。同样的道理,如果一个二进制数值为 1101,它就可表示为

$$1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 13$$

因此,二进制数 1101 就是十进制数的 13。以此类推,任何一个二进制数都可以转化为十进制数。

现在我们学会了如何把一个二进制数转换成十进制数,那么反过来,如何把一个十进制数转换成二进制数,我们也应该学会。把一个十进制数转换成二进制数可以用 2 累除的方法,还拿“13”这个十进制数作为例子:

$$\begin{array}{r}
 2 \overline{) 13} \\
 \underline{2 \quad 6} \qquad \dots\dots \text{余 } 1 \quad (2^0) \\
 \quad 2 \overline{) 3} \qquad \dots\dots \text{余 } 0 \quad (2^1) \\
 \qquad \quad 1 \quad (2^3) \quad \dots\dots \text{余 } 1 \quad (2^2)
 \end{array}$$

由上面这个算式我们就可以得到“13”这个十进制数的二

进制表示为 1101。

以上我们了解了十进制数与二进制数之间的相互转换。在计算机操作中,很多时候是进行二制的运算。

学习二进制的加法,就要从一位数的加法说起。二进制的一位数,只有 0 和 1 这两个数,用这两个数做加数和被加数,不外乎下面四种情况:

被加数	+	加数	=	和数
0	+	0	=	0
1	+	0	=	1
0	+	1	=	1
1	+	1	=	10

我们可以把上面的计算总结为两句口诀,这就是:

如果被加数是 0:一上一;

如果被加数是 1:一去一进一。

比如要计算 $10011011+10010110$

算式为

$$\begin{array}{r}
 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1\ 1 \\
 +\quad 1\ 0\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0 \\
 \hline
 \\
 1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 0\ 1
 \end{array}$$

如果你想检验计算的结果是否正确,可以把加数、被加数、和数都转换成十进制数,看看结果是否正确。

二进制的减法运算,实际上是加法运算的逆运算。同加法运算一样,一位数减法也有四种情况:

被减数		减数		差数
0	—	0	=	0
1	—	0	=	1
1	—	1	=	0
10	—	1	=	1

减法的运算口诀为：

如果被减数是 1：一去一

如果被减数是 0：一借一还一

计算 $11100101 - 10011011$

$$\begin{array}{r}
 11100101 \\
 - 10011011 \\
 \hline
 01001010
 \end{array}$$

同样，你可以转换成十进制数来验算。

在计算机里，一般不直接进行减法运算，而是把减数变成补码后再做加法运算。

二进制数的补码求法很简单，对负数而言，就是把这个二进制数的每一位取反，即值为“0”的改成“1”，值为“1”的改成“0”，然后再把最低位加 1，就得到了这个二进制数的补码。如：二进制数 1001 的补码为 0111。如果计算：

$1100 - 1001$ 即写成 $1100 + 0111$ 结果舍去最高进位后得 0011，这个结果与做减法运算的结果是一样的。计算结果可以转换成十进制数检验。

各显神通的计算机部件

1. 勤勤恳恳的运算器

运算器是计算机的核心部件,由于采用了二进制,电子计算机做加、减、乘、除运算,都可以转化成加法运算。因此,运算器的主要组成部分包括一个加法器,或者叫全加器,还有一个暂时寄存数据的地方叫寄存器。运算器听从控制器的各种调遣,完成各项计算。

既然运算器是计算机的核心部件,它的性能好坏,与计算机性能关系极大。和运算器有关的衡量计算机性能的标准有两个:一个是字长,一个是运算速度。

计算机的字长是指运算器里的寄存器最多能存放数字的位数。它表示计算机的计算精度。计算机的字长越长,可以运算的数的范围越大,有效数字的位数也就越多,结果也越精确。

计算机的运算速度一般有两种表示方法:一种表示方法是做一次加法(或乘法)的时间;另一种表示方法是平均每秒能运算多少次。用平均速度来表示计算机运算速度实际上不很确切,所以现在已经用得很少了。

为了提高计算机的运算速度,现代计算机的运算器在不断优化线路设计,增设一些器件,减少一些时间损耗。但是计算机的运算速度不仅和运算器的线路、结构有关,而且与存储器的存取速度和其它器件的操作速度有关。计算机专家正在

这方面进行着不懈的探索。

2. 控制器——“大师”级的指挥

在电子计算机里,不论是运算器还是存储器,它们自己都是不会动作的,都得由电脑的另一部分统一指挥,才能工作。这部分机构叫做“控制器”。控制器就是计算机的司令部,它就象乐队的指挥。

现在的计算机不会自己干任何事情,它必须在人的操纵下才能工作。人们要求计算机干什么,就得把一条一条的指令按照一定的顺序和规则排列起来,组成一个指令序列,即程序。计算机工作时,控制器首先读出程序的第一条指令,并去执行这条指令所要求干的事情,然后读出第二条命令去执行。如此这般按照一定的规则执行完程序中全部命令。这一系列工作过程,就是控制器带动计算机及其它部件一起工作的过程。

现在我们通过一个完整的加法指令执行过程来看看控制器是怎样控制一条指令操作的。

首先我们要了解一条加当指令包括哪几个部分。一条加法指令包括两部分;一部分是指明这条指令做什么操作,也叫做操作码,另一部分指明“加数”存放在什么地方,也叫做地址码。“被加数”是放在累加器里的。控制器得到这条加法指令后,操作码部分和地址码部分就分别去完成不同的任务。操作码部分被送往一个叫“指令译码器”的部门,地址码被送到“地址寄存器”中。控制器把“地址寄存器”中的加数取出,再根据“指令译码器”给出的加法机器码,把加数与累加器中的被加

数相加,最后将结果放回累加器中。控制器执行完一条指令后,会自动找下一条指令执行。

虽然控制一条指令的操作需要几个步骤,但控制器干起来还是得心应手,井井有条,是当之无愧的优秀“调度员”。

3. 存储器——无法比拟的记忆

人通过耳、目等器官获得的各种信息存放在大脑里。电子计算机由输入设备取得的全部信息,都储存在存储器中。因为存储器有不会忘却的记忆力,有大量的存储单元,善于存储那些非常繁琐的大量的数据,所以也有人把存储器比作计算机的“仓库”。计算机有内部存储器和外部存储器,内存也叫主存。

存储器的一项重要指标是存储容量。存储容量越大,存储单元越多,能够存放在数据也越多。计算机的存储容量的多少因机器的大小而定。

在我们使用计算机执行一个程序或运行一个软件时,我们要把程序或软件装入计算机内部存储器,计算机则按人预先为它编排的顺序,从存储器中取出依次执行。程序就是计算机工作的进度表,它和数一样也是用二进制代码表示。没有程序代码,计算机就不能有条不紊地工作。而程序代码必须存放在主存储器中,如果没有主存储器,程序也就无所依存。

4. 耳聪目明的输入设备

电子计算机的“神机妙算”,是靠计算程序在计算机中计算的。这些程序以及有关的数据信息是靠计算机的输入设备

送入计算机。自从计算机诞生的那一天起,输入设备就成为电子计算机不可缺少的一个组成部分。

现在,输入设备的种类很多,不同的输入设备,有其不同的用途。目前用得非常普遍的是电子计算机所带的键盘。计算机的键盘一般包括:字符键,即字母键,数字键和专用符号键。字母键有二十六个英文字母,数字键有0至9十个数字,专用符号键有加号(+)、减号(-)、乘号(\times)、除号(/)美元符号(\$)等等,另外还有一些控制计算机的操作功能键。我们可以从键盘输入控制计算机操作的命令,可以从键盘输入字符或汉字进行文字处理。键盘是每台计算机应该具备的输入设备。

图 8-17

鼠标器是近年刚刚出现的一种输入设备。一般来说,鼠标器是配合应用软件来使用的。鼠标器有许多品种,使用时,鼠标器的移动可以控制显示屏幕上箭头和标记的移动,选择好相应的应用软件项目进行操作。使用鼠标器使我们的输入更

简便,操作更迅速。随着当今应用软件水平的不断提高,会有更多的软件要使用鼠标器操作。

扫描仪也是一种新型的输入设备,它是把输入信息转换成一种图形方式输入计算机,这种设备可以使我们方便地将一幅画输入进计算机。另外,我们还可以把字符或汉字用扫描仪按图形方式输入到计算机里,然后用软件把这些图形再转换成文字符号并可以进行编辑处理。数字化仪可以把图形按照一定比例输入,并可以确定图形的大少,线段的长短。新颖别致的触摸屏使你操纵计算机的工作,简单到只用手指轻轻触摸显示屏。它是一种先进的输入设备,一般是配合相应的应用软件使用的。应用软件把需要操作的内容显示在屏幕的不同位置上,当你的手指触摸屏幕进行选择时,屏幕会自动确定你触摸的位置,然后通过软件处理完成一系列操作。声音信号现在也可以输入到计算机里了,计算机不仅能记录输入的声音信号,还可以把这些信号进行重放。多媒体技术的发展使我们可以用计算机处理更多的信息。

俗话说:眼观六路、耳听八方。在计算机输入设备日新月异的今天,计算机专家还将研制出更优秀的产品,为我们所用。

5. 能写善画的输出设备

电子计算机的输出设备名目繁多,五花八门,应有尽有。主要的输出设备有显示器、打印机、磁盘、绘图仪等。它们都是用来接收电子计算机处理完的信息的。

显示器是每台电子计算机不可缺少的输出设备。显示器

主要包括显示屏幕和接收信息的电子部件,计算机的输出信息都可显示在屏幕上。显示器可以显示计算机给出的一些提示信息和使用通过键盘输入的命令以及操作的结果等。显示器分为单色显示器和彩色显示器。单色显示器只能显示一种颜色,彩色显示器可以显示多种颜色。彩色显示器又分许多种,有的只能显示十几种颜色,有的能显示几百种,甚至上万种颜色,并且清晰度非常高。

图 8-18

打印机也是电子计算机的一个重要输出设备。打印机可以把计算机处理好的文字材料,调试好的程序及设计好的图形等等打印在纸上。打印机可以分为以下几种类型:针式打印机、喷墨打印机、激光打印机、以及其它种类的打印机。

针式打印机包括:打印头、色带和一些驱动装置。打印时,打印机根据计算机传来的输出信息,控制不同的打印针,把色

带上的色打在打印纸上。喷墨打印机根据计算机传送的输出信息控制不同的喷墨嘴把带上静电的墨水滴喷在纸上。激光打印机将输出信息转换成激光直射在磁鼓上,然后纸张通过一个上色头,电磁鼓控制把色加在纸上。

针式打印机也叫撞击式打印机,多个针头组成字符,通过色带,把色印在纸上。喷墨打印机和激光打印机也叫非撞击式打印机,它们具有打印速度快,字迹清晰、噪音低等优点。

磁盘是计算机非常重要的辅助设备,它既是输入设备又是输出设备。磁盘可以存储计算机的大量信息,而且体积小、重量轻,易于携带,是现在使用最广泛的存储设备。磁盘分为两种类型,一种是软磁盘,另一种是硬磁盘。软磁盘通过计算机上的软盘驱动器与计算机相联系,硬磁盘一般装在计算机的机箱里,直接与计算机相联系。

软磁盘是在塑料圆盘上涂一层磁性材料,外面罩一个硬纸卡做成的套子而成的。软磁盘的外型如图所示,其中读写孔用来暴露磁盘,使之与磁盘驱动器的磁头接触,通过磁头把计算机需要输出的信息“写”到软磁盘上,或者把软磁盘上需要计算机处理的信息“读”入计算机内。写保护孔是为了保护磁盘上的信息而设置的。写保护孔不封时,可以往磁盘上“写”入信息,也可以从磁盘上“读”出信息;写保护孔被封上时,就不能往磁盘上“写”信息,而只能从磁盘上“读”出信息。软磁盘分为高密度盘和低密度盘,有 5.25 英寸和 3.5 英寸等规格。

硬磁盘与软磁盘一样也是由磁性材料制成的。硬磁盘是把多个磁性圆盘固定在一根圆轴上,它的工作方式与我们使用的电唱机相类似。硬磁盘工作时,圆轴带动磁盘转动,磁头

沿着磁盘的半径方向移动这样磁头就可以把信息“写”在磁盘的任意位置上,也可以把磁盘任何位置上的信息“读”出来。软盘驱动器“读”、“写”软磁盘的工作原理也是这样的。但是硬盘的存储量比软盘的存储量要大得多。

图 8—19

近两年,计算机专家们又研制出激光盘作为计算机的辅助输入、输出设备,它的存储容量要比硬磁盘的容量还大,非常适合当今大量计算机数据的存储,发展前景很大。

计算机软件

1. 系统软件——计算机的灵魂

有了计算机的硬件设备还不能说是一个完整的计算机。它只是计算机的躯壳,只有我们给他注入灵魂,才能真正称得上“电脑”。计算机软件就是计算机的灵魂。有了软件,我们就可以得心应手地用计算机为我们工作。计算机软件分为系统

软件和应用软件。

图 8—20

操作系统是系统软件的主要部分。早期的计算机,在它算题的全过程中,所有设备都归使用者一个人使用,显然还是一个手工操作阶段。对于一个大型计算机系统来说,这样做十分浪费,一是没有充分发挥计算机快速的特点,降低了计算机的利用率。由于计算机与外部设备是按先后顺序工作,因此往往在做输入或输出的时期,计算机却等着没事干。二是不能充分利用硬件,降低了计算机的利用率。比如说计算机的内存容量

有一万个单元,而你的程序和数据仅仅占用一千个单元,那么还有九千个单元白白浪费掉了。随着计算机速度、容量的提高,这样的状况显然都是不能容忍的。

为此,计算机专家对大型计算机结构逐步加以改进,软件方面开始出现了管理程序系统。大型计算机结构的改进,使大型计算机一改过去计算机与外部设备串行工作情况,从而提高了计算机的利率。这就是说,计算机在运算时,外部设备也可以做它该做的事;互不妨碍。对于非个人电脑,可以由几个计算者同时在一台计算机上算题。这些用户的程序进入计算机后,由一个“专门的程序”来管理这些程序依次运算。有了这种管理程序系统后,计算机的资源可以被共享、利用率得到很大提高,因此使大型计算机发挥了其潜在的能力。

随着计算机技术的发展,个人电脑被人们广泛使用。虽然这样计算机依然遵循着顺序工作的规则,但是程序管理系统管理用户程序,提高计算机的利用率等方面发挥着巨大的作用。程序管理系统——操作系统渐渐地形成和完善起来了。

操作系统能够有效地管理计算机的设备,数据文件、日常事务。这样可以大大简化和代替使用人员的操作,提高机器的时间利用率,合理安排存储空间,从而使人们感到使用计算机非常简单,方便。

2. 繁花似锦的应用软件

应用软件是指利用计算机完成某种特定工作的软件。随着计算机的广泛使用,应用软件也在不断地发展,根据不同的需要,应用软件发挥着无法比拟的作用。应用软件种类繁

多,在这里仅向大家介绍几个简单、常用的应用软件。

用于文字处理的软件,如 WoraStar 汉字处理系统等。文字处理软件主要用于文字输入编辑、排版处理,可以对通知、报告、信函、文章、书籍等文字资料进行处理。它可以进行全屏幕编辑,输入方便,容易修改,输出打印等功能。利用这个软件,可以输入字体不同,大小不同的字,还可以制作简单的表格,还可以输入一些数字符号和其它特殊符号等,并能通过打印机打印出来。

计算机程序设计语言是由人编制的计算机能够识别的语言,这种语言由一些语句组成,人们将语句根据自己的需要组合起来,这就是程序,再让计算机去执行这些语句,如果你编写程序时出现了错误,计算机会自动给你找出错误,如果程序编写正确,计算机就可以把你要求的结果输出出来。现在计算机有很多种程序设计语言。BASIC 语言是一种初学者比较喜欢的语言,由于它简明易学,使用方便,既适用数值计算,也可以做数字和字符处理。FORTRAN 语言是一种为科学计算人员设计的语言,这种语言运算能力很强,并加有专为科学计算用的各种数学函数库,使人们可以把一个复杂的数学计算变得非常简单。PASCAL 语言是一种结构化的程序设计语言,它适用于有一定结构性的设计,这种语言具有层次性强,容易阅读等优点。对熟练的设计人员来说,是一个较好的程序设计语言。近年来,又出现了对象不同的语言,如 LOGO 语言是面向青少年的简单易学的语言,C 语言是适用于计算机专业设计人员使用的语言,它是功能最强的语言。

计算机辅助设计软件是现在应用的非常广泛的软件。这

种软件通过图形方式,来实现设计者的构思,能够直观显示结果,设定各种颜色。不仅可以画点、线、平面图、立体图、而且还可以做动画。这种软件适用于建筑设计、汽车、飞机设计、机械零件设计,甚至服装设计。国外还利用这种软件的动画效果,制作动画片,我国在这方面也有了一些发展。

我国使用的是方块汉字,而计算机使用的则是字母,这对我们使用计算机造成了障碍,近年来,我国的计算机科研工作者,研究出许多种计算机汉字输入法。这些汉字输入法都有自己的特点,现在比较常用的是拼音法和五笔字型法。

拼音输入法,简单易学,但输入速度慢。拼音法是把一个汉字的拼音所对应的英文字母输入计算机,计算机就会出现许多个音同字不同的汉字,这些汉字都有一个代码,输入代码,相应的汉字就输入到计算机中并可以显示出来。五笔字型方案是:汉字由一百多种字根组成。每一个汉字都能分解成字根,把这些字根,按横、竖、撇、捺、折五种笔划分五个区放在键盘上,每一键代表一个或几个字根,按照一定的规则,输入若干个字根即可得到由这些字根组合而成的汉字。五笔字型输入法输入速度快,但学习者需要记忆一些规则。

一代天骄

——无处不在的计算机应用

当今,人类社会正处在一个计算机技术飞速发展的时代。计算机在各个领域都显示出无与伦比的威力。无论在研究复杂的基因工程,还是探索太空的奥秘;无论是揭示人类生命的起源,还是洞察基本粒子的秘密,计算机都为人类创造了奇迹。计算机使人类智慧的发展更加迅速。计算机是给人类带来智慧的最伟大的机器。

向数学家提出的挑战

1. 研究 π 的最高记录

$\pi=3.1415926\cdots$,这是一个很有趣的数字。人们一直在研究 π 是循环小数还是非循环小数。循环小数是指小数点后的若干位数有规律地重复出现。非循环小数是指小数点后的每一位数均为无规则地出现。对它的研究,不仅有着很大的实际意义,而且是数学进步的一个重要标志。在研究 π 的历史上,我们的前辈为此付出了许多心血。

人类认识 π 的年代很早,公元前 3000 年,苏美尔人在计算圆面积和圆柱体积时,得到了最早的 π 值 3,同时代的埃及

人取得了 π 更精确的值 $\frac{256}{81}$ 。

叙拉古的数学大师阿基米德创立了用几何方法求 π 值的方法。他利用正多边形的周长与对角线之比求 π 值。当他计算到 96 边形的时候,发现 π 的值略小于 $\frac{22}{7}$,略大于 $\frac{223}{71}$,平均值为 3.141815。阿基米德创下了亚历山大时期研究 π 的记录。

图 8—21

我国南北朝时期伟大的数学家祖冲之打破了这项记录。他计算了正 12,888 边形的边长,得到 π 值小数点后第 8 位的精确数,这个值比欧洲人的计算结果提前了一千年。令人吃惊的是,祖冲之使用原始的算筹为计算工具,对 9 位数进行了一百多次四则运算,二十多次开方。

人类社会的进步。促使科学技术的发展。对 π 的研究也更深入了。十六世纪,法国的韦达用级数方法计算 π 值超过了祖冲之,精确到了小数点后 17 位。1615 年,德国的鲁道尔夫把 π 值精确到了小数点后边 35 位。为此,他花费了毕生的精力。他去世后,人们在他的墓碑上刻上了这个 35 位数。 π 值因此也被称为鲁道尔夫数。

后来乔治·威加把 π 算到了 140 位,查恰连斯·达斯把 π 算到 200 位,雷歇把它一下算到 500 位。

1873 年,威廉·谢克斯整整花了 15 年时间,把 π 算到了 707 位。他是最后一位人工计算 π 值到 707 位的人。此后,没有人再超过他,甚至没有人检验他的演算是否正确。谢克斯取得了这个项目的绝对冠军。

1949 年,谢克斯保持 70 多年的冠军记录被打破了。它就是世界上第一台电子计算机埃尼亚克。它只花了 40 秒就验算了谢克斯的结果,并且查出第 528 位数出现了错误,它花费了 70 个小时得到了精确到小数点后 2,035 位 π 值,它计算得那么迅速、准确,不愧是一个数学天才。

过了 6 年,数学家又用一台大型计算机花费了 33 个小时,把 π 值精确到 10,017 位。最后计算机取得了计算 π 值的冠军。如果象谢克斯那样用手工计算,每一代算 700 位,一代一代算下去,要到第 14 代子孙,才能得到与计算机相同的结果。

2. 揭开四色问题的秘密

1840 年,大数学家 A、F、默比乌斯提出了这样一个猜想:

一张地图只要用四种颜色就足够了。有了四种颜色,相邻的两个国家就不会用上同一种颜色,这个问题就是所谓的四色定理。它是数学的三大难题之一。一百年来,这个难题一直困扰着许多数学家。

1878年,英国数学家凯利在伦敦的一次数学年会上号召数学家们攻克这个难题。第二年,英国数学家肯特发表了证明四色定理的论文。1880年,台特也发表了证明四色定理的论文。然而到了1890年,英国数学家希伍德却发现,他们论证的错误,因此,这两个证明都不能成立。希伍德自己花了一辈子精力,希望用新的方法攻克这个难题,但是,他未能实现自己的愿望。此后,无数的数学家也向这一堡垒发起了冲击,但这座坚固的堡垒一直未被攻破。它象数学王国里的一座高山,没有哪位数学家能够翻越它。

要解决这个难题,不仅要有清醒的头脑,正确的思路,还要花费大量的时间。据估计如果一个人采用正确的方法计算,用一辈子的时间只能完成工作的千百分之一。这样的工作对于人类利用手工计算的确是非常困难的。电子计算机的诞生,为我们解决这一难题带来了希望。

1976年,美国数学家阿佩尔和黑肯对地图的各种接界可能进行了分析。他们利用计算机进行计算,编写出了计算机程序,然后让一台运算速度较快的电子计算机计算。电子计算机进行了多达一百亿次的逻辑判断,整整算了一千多个小时,无可怀疑地证明了四色定理的成立。我们可以想象如果四色定理用人工计算要付出多大代价。而电子计算机却帮助人们加快了思维和计算的速度,因而解开了这个在数学史上称雄了

一百年的难题。

图 8—22

救死扶伤显神威

1. 妙手回春的电脑医生

人活一辈子必然会生病,而且世界上的疾病越来越多。这不仅给医生们带来了繁重的工作,而且需要不断掌握越来越多的新知识。如果我们能够利用计算机为病人治病,那将会大大减轻医生的负担,提高诊断速度,减轻病人的痛苦,误诊率也非常低。

美国匹兹堡大学的计算机专家杰克·迈耶和哈里波普尔

研制了一台计算机医生“英特尼斯”。这台计算机存储了大量有关疾病的资料。由于疾病是个复杂的问题,同样的病在不同病人身上会有差异,相似的症状也可能是不同的疾病。研制者为“英特尼斯”存储的各种病例资料,会将病人的情况与各种病例资料加以比较然后作出明确的判断。它能根据病人的病史,症状、血液、尿便等进行诊断,迅速确诊病人生的是什么病,并且交给病人一张深思熟虑后写出的药方。这个计算机医生勤恳耐心,细心周到,不厌其烦。

我国把计算机用于医疗事业,也是比较早的。我们国家研制出了用中医诊治的计算机医生。研究人员把中医药方和有经验的老中医的治疗方案存入计算机,形成了一个中医专家系统。这一专家系统利用中医手段为病人治病。它的另一益处是保存了我们历史悠久的中医理论。有着丰富诊治经验的老中医,有些年逝已高,我们应该把他们宝贵的知识记录下来,使他们能够永久地为人们排忧解难。这项工作只有计算机能够胜任。用计算机采用中医方法为病人诊治,准确率高,能给出最佳的药品,提供适易的用药量,使病人能够在最短的时间内恢复健康。计算机中医专家系统是我国计算机科技工作者,自己设计,自己编制软件,经过多次试验的水平较高的专家系统。它不仅是医疗工作者的一个好帮手,也是为人民造福的先进工具。

2. 电脑设计药物

马歇尔是华盛顿一位生物物理学教授。他提出了用计算机设计药物的方法。以前,马歇尔认为搞生物物理的与计算机

没有关系。计算机对他毫无用处。然而,当马歇尔看到计算机带来的新颖的效果,他改变了主意。他感到计算机在辅助设计药物方面会大有作为。马歇尔开始全身心投入到这项研究中去。他已经成为一个计算机化学的忠实信徒。

图 8—23

现在,美国已经有许多实验室和医药公司研究药物的科学家在进行试管试验之前,先要使用计算机描述药物在体内作用的途径。用这种方法,科学家可以了解到用人眼观察不到的景象,从而帮助他们制造出新型有效的药物。

这种方法与传统的药物学方法是迥然不同的。自原始人为了寻找治疗伤病的药物而尝试百草和毒虫以来。研制药物的方法主要是根据药物的特性,制定出一个配方和计量,在猴

子,猩猩等动物身上做试验,然后不断调整配方和用量,使其达到较佳的治疗效果。这种方法只能看到药物作用的结果,而不能看到药物在身体内的作用过程。这种研制方法速度慢、危险性大,使用不当就会危及生命。

用计算机实现这一过程就会避免一些不必要的损失,缩短研制的时间,而且研究人员还能够观察分析药物机理。以后,药物学家甚至还要运用计算机来帮助降低药物常有的那种令人讨厌的副作用。例如:有一种治腹泻的药不仅作用于肠道,还作用于大脑,在那里起着一种温和的麻醉剂的作用。为了避免这种双重作用,科学家希望首先在计算机上,然后在实验室中处理药物的结构。

有了计算机,今后我们生病时就会吃到效果最好,副作用最小的药,从而使我们能够迅速地减轻痛苦,更好地学习和工作。为此,我们还真要感谢计算机为我们带来的幸福。

3. 机器人做外科手术

最近英国科学家研制一种由计算机控制的能做外科手术的机器人。这种机器人既能做简单的切除阑尾的手术,也能做复杂的脑部手术。做手术时,在病人的身体上切开一个小口,将机器人的一个小管子从小口插入人体内,这个小管子的头部带有一个微型的摄像机,它能够观察到小管子附近人体的部位。机器人上的另一个小管子就是手术刀,插入到人体内到达要做手术的部位就可以手术了。用这种机器人做手术,由于刀口小,操作迅速准确,手术后病人恢复健康的时间短,使病人不必受很大的痛苦。

但是这种机器人并不是自己独立为病人做手术。它也是由外科医生来操纵的。做手术时,外科医生头上戴一顶特殊的帽子。这顶帽子与机器人相连,医生可以从帽子里看到由微型摄像机获得的人体内的图象,当医生的头转动时,微型摄像机也随着移动,从而拍摄到医生希望看到的部位。医生还可以控制手术刀的伸缩,完成医生手术所要完成的工作。有时它的工作甚至比医生完成的更好。

图 8—24

这种机器人的手术刀设计是非常先进的。为病人做脑部手术是非常危险的,稍有不慎,就会有生命危险。机器人的手术刀上带有一个特殊的装置,当手术刀遇到一根血管时,它会

自动停止,然后根据医生的操作来进行。这种先进的设计,避免了医生的误操作,因此,大大减轻了脑部手术的危险性,这种机器人手术时的动作是非常细致的。这也是人工手术所无法相比的。

这种外科手术机器人的另一大特点是:它能够远距离遥控进行工作。比如:偏远地区的病人可以让大城市里有经验的医生通过电缆操纵病人身边的机器人为病人做手术。这样就可以解决偏僻地区医疗条件差,急重病人,疑难病症的治疗问题。另外,在战争时期,也不需要众多的医生奔赴前线,他们可以呆在后方,只要前线有这种外科手术机器人,就可以遥控机器人为在战场上负伤的战士做手术。这种即可以为战士治疗节省很多时间,挽救战士们的生命,也可以避免许多医务工作者在战场上造成的不必要的伤亡。

我们期待着今后还会有更多更好的设计,使计算机用在医疗方面,为人类解除痛苦做出更大的贡献。

方便生活的电脑

1. 万能的“管家”

如果你的家庭使用计算机来管理将是这样一幅景象。清晨,计算机发出轻声悦耳的声音提醒你该起床了。你起床后,它会自动打开窗帘,换气空调也开始工作,把早晨新鲜的空气送入你的房间。洗漱完毕,计算机早已把煮好的牛奶,咖啡,烤好了面包准备好。它会给你打开电视机,你能看到早晨的新

闻。当你准备开始一天的学习和工作时,计算机会提供给你一份清单,上面告诉你今天什么时间干什么事情。家里的人都出去工作、学习后,计算机会自动把门窗锁好,打开录象监视系统,防止小偷行窃。万一发生盗窃和火灾等情况会立即报警。不仅如此,计算机还能为家里的花浇水,给养的鱼喂食,记录下家里没有人时朋友打来电话的所有留言,空调会把室内温度自动控制在一个温度上。晚上回家后,计算机会控制音响系统放出一段你最喜欢的音乐,优雅的音乐会解除你一天工作,学习的疲劳。

劳累一天后,可以轻松一下,计算机可以为你提供成千上万种游戏,使你在娱乐中渡过美好的一天。计算机还能够帮助同学补充学习课本上的知识。如果要开阔自己的知识面也可以通过教学软件来学习。

如果你感到身体不舒服,计算机能够测量出你的体温、心跳次数、血压等是否正常,如果真的生病了,它会根据你的病症,提供一些药物或是告诉你马上去医院治疗。

2. 有问必答的“向导”

如今,出门在外你也会感到计算机无时无刻地伴随着你,为你服务。

如果你去旅游,最好是有一位向导。过去这是不可能的。如今我国研制出了一个用中文问答的城市交通服务台。它可以在无人管理的条件下,自动用汉字回答旅客提出的有关城市交通方面的问题。它可以告诉你乘坐什么车去目的地,是公共汽车、电车还是地铁,乘几路车,到哪儿转乘,站数和票价

等。如果你要坐飞机去外地或出国,民航售票处会使用计算机为你提供方便,它可以告诉你,你希望的航班班次,起飞时间和降落的时间、票价等使你能挑选最满意的时间。

近年来,许多城市的主要街道,火车站、商店等地方,竖起了大型电子显示屏,这些电子显示屏由计算机控制为我们提供天气预报,最新的新闻,商品的广告等等,使我们出门在外,能随时知道新的信息。

图 8—25

出去买东西就要花钱,有的时候要买的东西比较昂贵,这就需要带很多钱,这种方法既不方便也不安全。现在,有的银行已经开始利用计算机进行储户管理,把每个储蓄所的计算机都连接起来,储户的信息可以从一个储蓄所快速地传到另一个储蓄所,这样我们就可以在一个储蓄所存钱,而到距离购

物地点比较近的另一个储蓄所去取钱。

现在我们在通过 114 电话查询台询问电话时,你会感觉到“话务员”回答的特别迅速,声音确不太正常。实际上它并不是人的声音,而是通过一个发声装置发出来的。它就是我国近年来新采用的“114 计算机查号系统”。

电话查号,是我国电话通信事业中的重要组成部分之一。过去,我们使用的是人工查号的办法:一背、二看、三翻。背,就是背熟较常用的数百、上千个电话号码;看,就是看一本厚厚的电话号码簿;翻,就是翻阅电话档案。这种查号方法,效率低、劳动强度大,已经跟不上电话通信事业发展的需要。随着电子计算机在各个领域的应用,它在电话查号方面也发挥了作用。

114 计算机电话查号系统,包括电子计算机,发声装置、操作台等部分。软件包括查号用的查号程序和供查号用的“电话号码文件”,及其更新程序。

主机是一台电子计算机。发声装置能发出 0 至 9 的声音,发声报电话号码既可以由计算机控制,也可以在操作台上人工控制。114 查号系统可供三十个操作台同时操作。每一个操作台上设有输入户名信息用的键盘装置和字符输出的显示屏幕。

人们事先把全部的电话号码编成一个“电话号码文件”,储存在电子计算机中以备询问时查找。

话务员接到询问者的询问后,立即将被询问的单位名称以所谓的“户名信息”形式在操作台上用键盘输入计算机,并发出请求计算机查询的命令,计算机接到查询命令后,立刻自

动查询,并把查到的电话号码“通知”发声装置,这样计算机便控制发声装置向询问者报出电话号码,并且把电话号码显示在屏幕上,供话务员备考。声音报号还可以连续多次。

据估计,由于采用了“114 计算机电话号系统”,应答一个用户的平均时间从人工报号的十几秒降低到几秒钟就可以完成。这样每年可以为国家节省大量资金。

3. 勤勤恳恳的“分投员”

面对堆积如山的成千上万件信函,它们有的发往国外,有的发往国内,有的就发到本地,每年信函有几十亿封之多。过去,这对于邮政分拣工人来说是一项非常繁重的工作。现在,这项任务可以由计算机来承担了。

由于采用了邮政编码,使得计算机分拣成为可能。一件件写有邮政编码的信函源源不断地迅速地通过光电阅读器,利用光电效应原理,把信封上的邮政编码转换成电信号,并在特设的存储器中排列成字形信号,但是由于写信人的笔迹不一,所以还要对这些字形信息进行整形,使之规范化。然后由计算机来识别这些数字。计算机首先将上面得到的规范化字形信息,按照数字的几何特征进行分类,然后用跟踪字迹扫描方法与事先储存在计算机中的几十种数模链码依次对照,最后将邮政编码中的六位数字一一识别出来。

这样,信件根据邮政编码分送到存放同一地址信函的堆积箱中,等待邮政工人进行发送。

为什么要采用邮政编码呢?我们知道,汉字的结构是十分复杂的。字体又因人而异,目前用机器识别还不成熟。因此,

现在我们采用比较简单的阿拉伯数字作为邮政编码。不同的地区,规定出不同的数字,计算机根据这些数字分发信函,从而使我们的邮政事业向前迈进了一大步。

图 8—26

目前,用电子计算机进行信函自动分拣的已有美国、日本、美国等二十多个国家。关于邮政编码的书写,日本的信封和我国一样,也是六格,前苏联曾用的邮政编码是预先在信封上印好数码的,写信人只要在需要的地方划一下就可以了。

4. 家用电脑——足不出户的服务

在国外,家庭咨询中心已经出现,它是利用家用电脑了解诸如:火车或飞机的班次,商品的价格,股票行情,各种新闻等信息,还可以通过家用电脑查询图书馆里的资料,家用电脑还是你学习的好帮手。

电脑购物是把家庭中的电脑通过特殊线路与服务中心联系起来,服务中心定时向这些用户发送有关的信息。人们可以坐在家中选择自己所需要的商品,然后根据电脑上给出的电

话,给商店打一个电话,商店就会马上把商品送到你的家里。这种购物方式使我们足不出户就可以买到称心如意的商品。这样购物既节省时间又节省金钱,我们可以把更多精力用于学习和工作。

但是,人们对这种购物方式还是不满意,因为这种传送信息的方式是单方向的,也就是说,信息只能从服务中心传送到消费者家里的计算机中,而消费者不能操纵计算机把信息传送回去。最近英国科学家研制了一套新型的计算机购物系统,这套系统很好地解决了这个问题。只要在计算机上敲几下键,把你所需要的商品通过计算机告诉商店,商店会立即送货上门。

要使家庭成为一个工作场所是不可思议的。但是人们在逐渐地把它变为现实。许多工作人员是同资料打交道的。这些人包括:作家、教育工作者、会计员和律师等,他们是适合电子交流的理想人员,也就是说,他们可以使用电子计算机在家里上班。在国外,用计算机在家里上班的人每年增加一倍。

美国一家公司有一千多个雇员的家里有计算机,并在家里利用计算机做一部分公司的工作。采用这种工作方式是由于有些人的家离工作地点太远,也有些人是由于需要照顾自己的家庭。

计算机在不断地改变着我们的生活。当今社会已不可缺少它。随着计算机的发展,它还会为我们带来令人惊喜的成果,从而把我们的生活变的更美好。

5. 面貌一新的图书馆

现在,每年出版的图书有成千上万种,而且仍在以一个庞大而吓人的速度递增。甚至世界上最大的图书馆,也无法收集和储藏所有的资料和图书。

这些以天文数学计算数目的图书,给读书的人阅读造成了很大的困难。当人们走进图书馆,那些种类繁多的图书,不要说对每一本书都进行翻阅,就是查看它们的目录也要花一些时间的。为了解决读者的困难,图书馆学界的人士,面对那些日益膨胀的资料数量,便想到利用编制索引、摘要、简评,大纲等等方法予以整理和控制,来帮助人们挑选自己喜爱的文章和书籍。可是,如果采用手工操作,内容不够全面,使用不够便利,查找不够迅速。也就是说,这些手工操作已经老化,它们根本无法满足读者的要求。

正当图书馆的管理和服务面对这种新的挑战,而感到走投无路的时候,电脑出现了。电脑的广泛应用,使图书馆有可能借助电脑记忆力强、存储量大、速度快等优点,把收集的资料迅速而又准确地传递给读者。电脑的使用,使图书馆的服务有了脱胎换骨的改变,不仅增加了它的服务功能,更增加了它的工作成效。第一套电脑咨询服务系统,1960年出现在美国。这套电脑咨询系统大都采用批作业方式,利用纸带和磁带作为储存资料的存储设备。随着计算机技术的不断发展,用于图书馆的电脑咨询系统也开始普及起来了。

电脑图书馆咨询服务系统,可分成两大部分。一部分是资料的采购和处理,也就是一般人所称的“技术服务”;另一部分是“读者服务”。

图书馆资料分类编目工作大规模的电脑化,大大简化了

分类,编目和复制卡片的程序。使新的图书资料到读者手中的时间缩短了。这是图书馆咨询服务中第一个改进的地方。

在不远的将来,这种电脑咨询将结成网络,并会逐渐地全部或局部取代图书馆中的分类编目,甚至代替图书资料采购等功能。因此,图书馆可以减轻大量的技术服务,集中人力来为读者服务。

现在,电脑咨询服务系统的出现,已完全替代了传统的人工检索方式,它以广、快、精、准;是人工检索所无法相比的。通讯技术的进步及资料库数量的增加,对科学文化的发展贡献很大。唯有便利和廉价的通信系统,才能使散处各地的图书馆,有效地利用新颖的科技成果。

通信技术和电脑技术的进步和发展,已使图书馆咨询服务起了根本的变化。今后的发展方向是:每一个家庭都采用微电脑建立一个小型的资料中心。这些微电脑还可以与大图书馆的电脑连接起来。那时,人们舒舒服服地呆在家里,就可以利用微电脑查阅有关资料。如果查不到有关资料,还可以通过家里的电脑查阅大图书馆的各种资料和工具书,并可以借助影象传真,在电脑屏幕前阅读世界各地的重要报纸和杂志及有关资料。

缩微技术和刚刚兴起的光盘技术,将会使图书馆的工作发生一次变革。这些新颖的技术可以把成千上万的图书资料,浓缩在缩微胶片上,或存储在一张存储量极大的光盘上。这将会大大减少大量图书占用的空间,降低了查找资料的时间。对于读者来说,他们不会再去携带许多沉重的图书资料了。因为,图书馆中的电脑可以很迅速地使他们获得所需的资料,并

且可以随心所欲地使用。读者也可以舒服地呆在家里,通过微电脑,查阅图书馆里存放在光盘上的资料,从事写作,研究或阅读。

科学技术的发展,势必会带来图书馆管理和服务的改观。当你走进未来的图书馆,已经看不到放满书架的图书和排排的书架,取而代之的则是各种各样的多功能“阅读机”。如果你对所阅读的内容感兴趣,图书馆会方便地把资料给你复制下来。虽然这会给那些喜欢藏书的人带来一点伤感。但是,当我们使用着这些先进的设备也会为当今时代科学技术的进步而感到骄傲和自豪。

无法替代的“工具”

1. 方兴未艾的电脑教学

计算机不仅能够解决数学难题,在日常生活中为你提供优良的服务,而且使用计算机的辅助教学软件还可以帮助我们学习新的知识。各种各样的计算机辅助教学软件,拓宽了我们的知识面,使我们能够学到更多的文化知识。

计算机辅助教学是近几年刚刚兴起的一种教学方法。它代替了一部分老师的工作。同学们坐计算机前面使用辅助教学软件时,展现在同学们眼前的是,教学软件用图,动画,文字来描述课本上的内容,并向同学们提出问题,然后根据掌握的情况,调整学习进度,使学生能够循序渐进地学习。这种学习的好处是:学生可以根据自己的能力进行学习,精力集中,学

习效率高。

我国的计算机辅助教学主要应用于中、小学里。最初,一些重点的中小学配备的是苹果——Ⅱ型计算机及其它一些兼容机,主要的学习内容也只是 BASIC 语言等。同学们使用 BASIC 语言编制一些有趣的程序。近些年来,教学用计算机已逐渐从苹果——Ⅱ型计算机向较高级的 IBM PC 机转变。随着家用电脑的兴起,计算机教学软件也发展起来了。这些软件是由任课教师和软件编制人员根据课本编写软件脚本。由计算机专业人员制作的。

在设计这些软件的时候,编制人员考虑到了学生的特点。教学软件操作简单、文字简洁、清晰,另外图形、色彩、声音为教学内容起到了辅助作用。模拟演示软件是利用图、表、动画、文字将同学们没有学过的内容给大家演示出来,使同学们用过软件后,能够掌握一些新的知识。练习和测试软件是用来巩固所学知识的。使用练习和测试软件时,软件会提出问题,并给出几个答案,让你选择正确答案,做完练习,计算机会自动统计你的成绩。告诉你这些内容学的好还是不好。

计算机软件 and 硬件新技术的出现,使教学软件发展更加繁荣,它在各个学科都有不凡的表现。

以前,我们学习历史时,需要死记硬背一些人名、年代、地点、事件等等。采用这种学习方法固然是很枯燥的。现在,有一种教学软件利用数据库来教学,效果是比较好的。如:学生在学习时可以根据历史阶段,历史人物寿命的长短,分析在那个年代是否有地震、洪水、疾病等自然灾害,还是风条雨顺,国泰民安。通过自己的思考,掌握所学的知识是非常牢固的。随

着多媒体的出现,它也被应用在教学上。原来,我们学习生物时,只能看到书本上动、植物的图形,而看不到它们的真实情况。多媒体技术可以使用条形码挑选出存储在光盘上的成千上万种动、植物的图形显示在计算机屏幕上。这样新颖的教学,使学生们学的好、学的快。同学们还可以在计算机上做化学实验,通过键盘输入各物质的用量,计算机就会给出不同的反应结果。采用多媒体学外语,同学们会听到纯正的美国英语,根据画面看到美国人日常生活的情况。

总之,计算机辅助教学方法在教学中起着很大的作用,这一新型的教学手段,减轻了老师们繁重的教学工作,同学们对学习也更有兴趣。现在,计算机已逐渐进入家庭,计算机辅助教学也会更加广泛地为人所用。

2. 飞机设计靠电脑

1903年,美国的莱特兄弟设计第一架飞机的时候,用旧肥皂箱钉了一个简单的“风洞”,也就是一个空气流的通道。用旋转的风扇在通道中造成一股连续流动的气流,然后在气流中试验各种形状的机翼,测量作用在机翼上的力。他们根据试验结果所造出的飞机,开创了航空的纪元。

飞机在大气中飞行,靠作用在机翼上空气动力来支撑重量。如何设计飞机的外形,才能使升力最大,阻力最小是设计者最关心的问题。

以前,飞机设计师们在设计一架飞机时,需要花费大量的材料,购买价值昂贵的技术装备,消耗许多能源。虽然航空科学中的各分枝学科有了长足的进步,只要给定一架飞机的参

数之后,已经可以预测出飞机的各方面特性,但计算仍然是一个繁锁复杂的问题。由于计算结果不准确,过去常出现试验结果和预期不符的情况。如果加载到设计载荷的 85% 时结构就破坏了,说明结构的强度不够;有时,加载到 150% 时,结构仍不破坏,这说明设计的过强,结构中隐藏着多余的材料。这样的飞机,每次都将为不必要的重量多消耗油量,蒙受性能的损失,造成能源浪费。

这样的设计水平,使得飞机设计的成功率很低,美国从 1915 年的四十三年中共研制了一百七十三种强击机和战斗机,投产的只有其中的三分之一。前苏联著名飞机设计师安德列·图波列夫,一生设计过上百种飞机,投入使用的大概只有十分之一。

飞机设计的失败有着多方面原因,而总体设计的失败往往起着决定全局的作用。总体设计的失败也往往是彻底的失败。过去的飞机总体设计主要依靠设计者的经验和直觉,即使事先对设计方案作过一些估算,也因为计算过于繁锁而且比较粗糙,更难事先比较多个方案,使得整个设计的基础不够牢固。设计者需要从失败的循环中积累经验,改正错误。因此设计者要失败多次后才能提供一架飞机的成功设计。

用计算机进行飞机设计,提高了设计的成功率,也节省了不可估量的能源和资金。如果使用计算机进行飞机辅助设计,输入一个“原始方案”之后,计算机先计算出它的性能,然后调整各个设计参数,使方案不断“优化”。在经过几百次,上千次的反复调试之后,计算机最后输出一个满足设计要求的最佳数组,即“最佳设计方案”。甚至飞机的“原始方案”,也可以根

据设计要求,由计算机自动形成。

图纸是设计飞机的语言。一架大型飞机的总体设计图纸就多达十几万张,可见设计绘图工作量之大。

有些机械零件的形状很不规则,还要注意零件之间的整体效果。传统的方法是先做出一个模型,再根据模型制造零件。在飞机的研制中,制造这些零件的工艺设备,需要用很大的工作量和很长的周期。

使用计算机后,设计者可以先用数学公式来建立飞机外型的“数学模型”。根据每个零件在整体中的位置,电脑可以分割出整体中任一局部的外形,得到数据。设计者还可以在计算机控制的图象终端屏幕上用光笔、键盘、鼠标,数字化仪等设备设计零件和构件的结构或将设计好的零件图形输入计算机。计算机可以根据要求方便地生成各种标准零件图形,也可以画直线,圆弧等各种曲线。把设计者从传统的图板,直尺,圆规,曲线板中解脱出来。

用计算机设计时,软件会提供图形修改,取消、分割、拼接、旋转、放大、缩小等功能,使我们在设计时可以看到零件的立体效果及零件的大小。过去在设计绘制大型客机的客舱布置图时,需要一个一个地画上百个座椅,用计算机设计只要指定各排座椅的间距,然后调取标准座椅的图形,屏幕上立即会出现安排就绪的客舱布置图。

用计算机辅助设计和绘图,大大节省了设计者的设计工作量,而且直观效果好。在设计出结构图形的同时,计算机还根据需要立即算出该结构零件的体积、重量、转动惯量等有用的数据。零件结构的图形既可以存入计算机随时调用,也可以

在图画纸上,还可以控制机床加工出零件。在将来的设计中,手工绘图将会越来越少。

计算机辅助设计不仅应用在飞机设计上,它还用来做汽车设计,建筑设计,服装设计等等。

计算机辅助汽车设计,包括汽车外观流线型,汽缸容积,座椅角度及其它辅助设备的设计等等,计算机辅助建筑设计不仅可以设计建筑物的外型结构,还可以利用三维动画,展示室内结构,仿佛你就走在已经建好的房间里一样。服装设计软件可以设计服装的样式,颜色的搭配以及服装工艺方面的应用。

现在,计算机正在各个领域帮助人们完成复杂繁锁的工作。它会使人们放弃传统的工具,采用计算机这一先进工具,把我们的工作跃上新的高度。

3. 新闻出版的好帮手

我们的生活每天都离不开报纸和电视。由于当今世界处在知识爆炸,信息多元化的社会。这就促使新闻工作者要以最快的速度,报告最准确的信息。

过去的报纸发行的方法是:记者采访写稿、编辑编排发稿、排字房拣排拼版、校对样稿、制版房制版、印刷、发报,这样多的工序,要完成整个流程需要五、六个小时。这样的速度已经满足不了社会的需求。

如今的报纸发行使用了计算机,记者写报道经编辑处理后输入计算机之后,在计算机屏幕上排版然后印刷、发行。传统的拣排、制版等流程已经被省略掉了,而且降低了报纸的成

本,减少了工作人员。

美国一位报社的记者,骑着一辆特制的自行车,巡游在美国的各个地方,他把自己的所见所闻编辑成新闻稿输入到他随身携带的微型计算机中,再去找一个电话,用特殊装置把计算机和电话联结起来,通过电话把新闻稿传回报社。报社把新闻稿存入计算机,然后排版、发行。

我国的计算机印刷排版系统是从 70 年代初开始研制的。科研人员在研制第二代光机式照排机的同时,最早介入了排版软件的研究和开发,他们完成的软件尽管很原始,却是我国最早在这方面的尝试和探索。

1986 年福州大学和华南师大合作研制成我国第一套台式出版系统,随后,北京大学在华光 III 激光照排系统上完成了国内第一套高性能科技排版软件。这套软件能排各种复杂的数学式和大部分化学式。不久,中国印刷科学技术研究所推出了“科印科技排版系统”。1987 年 5 月,经济日报全部四版由铅排改为计算机排版成为世界上第一家屏幕组版,整页输出的中文报纸。随着计算机排版系统的不断完善,它已经在各大报纸普遍使用。

从未来信息化社会发展的角度来看,桌面排版系统最适于科技图书、新闻出版、期刊杂志等出版行业。每个单位内部可联成局部网,信息量大的图片和刊头库都可进入网络的服务器,被所有组版计算机所共享。若配上光盘存档和检索系统,一张光盘可存储四版报纸十年的全部信息,并能进行检索。网络还可以通过通信卫星,与各地分支机构联网,便于传递信息,资源共享及传送版面信息等。这些优点都是传统印刷

技术所远远不可及的。

计算机步入艺术殿堂

1. 神奇的“画家”

计算机技术发展到今天,它已经能够完成一个画家的工作。因为计算机能产生鲜艳的颜色,清晰的屏幕显示,可以根据画家的要求产生意想不到的效果。

最初,计算机研究人员编写计算机程序处理数据,这些程序里给出一些数学公式,当计算机描述这些公式的曲线时,产生了特有的美术图案。人们又把这些图案不断地变换,从而产生了无穷无尽,丰富多彩的图案。

后来,计算机研究人员研制出了图象处理系统。从而使计算机可以获得一张照片或其它的图象信息。计算机把这些图象信息转换成一系列数值信息,经过处理后再把这些数值重新转变成图象显示出来。这一研究成果使计算机处理图形,图象的能力大大提高。

计算机的发展也使画家使用计算机作画更加便利。现在,计算机研制人员已经研制出在计算机上可以显示上万种颜色,显示图象的屏幕也越来越清晰。最近,我国举办了计算机绘画展览,许多美术博物馆也多次展览计算机绘画作品,许多画家对于利用计算机创作自己的艺术作品深感兴趣。

2. 音乐界的“奇才”

虽然目前还不能要求计算机作为音乐家们普遍使用的工具,但这种设备已经在若干领域中起着极其重要的作用。而且,随着计算机硬件成本的下降,计算机作为音乐家的工具将指日可待。

音乐合成器是计算机产生音乐的重要设备。这种设备附加在一台计算机上,利用一个数模转换器,能把键盘上输入的数字信号转换成声音信号,再把声音根据乐谱组合演奏出来。计算机不仅能演奏音乐还可以把乐谱在打印机上打印出来,或是在显示屏幕上显示出来。

计算机演奏音乐是很方便的。操作者把音符输入计算机,计算机则显示曲谱并发出其音调,使作曲者能够检查其正确性,并在必要时作出修改。最后,把编辑好的乐谱存入磁盘里。

图 8—27

这样使用计算机对于简化创作过程是非常有效的。一般来说,利用计算机作曲能减少乐谱中的差错。其次,它使以后

的修改工作很容易进行。如果作曲者希望作些改动,仅需在计算机上进行简单的操作,而余下部分则保持不变并保证无错误。

音乐家还可以把某种乐器接在计算机上,这需要在计算机上附设一个音乐合成器。音乐家按下一些音符,音符通过音乐合成器转换成计算机能够识别的信息并存入计算机。这就可以在计算机上检查音响效果。还可以对音符作出修改,增加或删除。

法国电子合成器音乐大师亚尔就是一位利用计算机制作和演奏音乐的专家。他曾来过我国演奏他创作的电子音乐。他的演奏确实使我们领略到另一种风格的音乐。亚尔还在巴黎举办了一场“城市音乐会”。这场音乐会不是在体育馆、体育场举办的,而是在城市主要街道上,演奏他的电子音乐。可想而知这种音乐是多么受人们欢迎。不仅如此,亚尔还利用计算机编制一些彩色图案,并用激光技术把这些巨大的图画显示在一栋摩天大楼的墙壁上。使人们不仅欣赏到优美的音乐,还可以看到奇妙的画面。

计算机研究人员已经制造出价格低廉的计算机的音乐合成器。这使许多计算机爱好者和家庭计算机用户能够去“演奏”音乐。这种技术也为孩子们提供了一个良好的学习音乐的机会。

3. “红楼梦”研究用电脑

我国文学历史上一本名著描写了林黛玉和贾宝玉的爱情悲剧。这本书牵动过无数青年男女心弦的著作,不仅描绘了宝

黛木石之缘的悲欢离合,而且描绘了一幅封建社会摇摇欲坠的历史画卷。因此,它一直是社会科学工作者研究的热门学科。我国还创建了“红学会”专门研究《红楼梦》。

近年来,一向以逻辑思维敏捷著称的电子计算机也对《红楼梦》颇感兴趣。虽然它不能领会那动人的情节,但它为“红学”做出的贡献却是令人惊叹的。

在美国召开的首届国际《红楼梦》讨论会上,威斯康星大学讲师陈炳藻,独树一帜,宣读了一篇题为“从词汇上的统计论《红楼梦》作者的问题”的论文。他首次用电子计算机这一现代化科学工具进行《红楼梦》研究,从而爆出冷门,轰动了国际红学界。

《红楼梦》共有 120 回。有人认为前 80 回是曹雪芹所作,后 40 回为高鹗所写;也有人认为这本书的 120 回均出自曹雪芹的手笔。这一直是“红学家”们研究的问题。陈炳藻先生认为一个人在写一篇著作时,他所使用的词汇有其自己的特点,并且在作品中频繁出现,这是模仿也模仿不了的。因此,我们可以把《红楼梦》前 80 回和后 40 回的常用词汇分别统计出来,看看它们是否一致,如果一致,说明是同一作者,如果不一致,说明是两个作者。采用这种方法陈炳藻先生利用计算机对《红楼梦》用词进行了统计。他还把统计结果同《儿女英雄传》中的词语进行了比较。

比较结果说明:《红楼梦》前 80 回与《儿女英雄传》使用相同词语的比率很低,因此可以断定两者决非出于同一作者之手。而《红楼梦》前 80 回和后 40 回使用相同词语的比率高达 78.6%,因此两者是同一作者所为的可能性极大。据此,陈炳

藻先生认为:《红楼梦》120回均出自曹雪芹的手笔。

电子计算机研究《红楼梦》之所以别具一格,全因它既动作迅速又十分准确,面对几十万个字词数据,它忙而不乱,快而不错,井然有序,这是人所望尘莫及的。

虽然我们不能肯定陈炳藻先生的这一研究结果完全正确,但仍不失电子计算机在《红楼梦》研究中的独到之处。如果《红楼梦》后四十回真是高鄂所作,可以说他造诣很深。因为他不但保持了前八十回的思想倾向和艺术风格,并且用词也力求一致,说明他对曹雪芹的作品研究的很透彻。他与曹雪芹一同记入文学史册是当之无愧的,也使《红楼梦》成为不朽的世界名著。

电子计算机用于《红楼梦》研究,是现代技术手段与古典文学研究结合的一种尝试,它为文学艺术研究开辟了一条新路。

运动场上的尝试,战场上的威力

1. 教练的好帮手

奥林匹克运动会是世界瞩目的大型运动会,人们不仅喜爱观看那些精采的比赛,也为运动员创造优异的成绩感到高兴。同样,运动员也希望在奥运会上展现自己的才华,成为某个体育项目上的佼佼者。但是人的运动能力是有限的,如何发挥自己有限的的能力,创造最佳成绩是运动员期望达到的目标。

以前,我们的运动员都是在教练的指导下,按照定好的方

案进行训练。虽然运动员的技术会提高很快,但是要让运动员发挥最高水平,恐怕只有电脑才能胜任。例如:技术人员可以把理想动作过程储存在电脑里,再用摄像机把运动员的动作过程拍摄下来,经过处理后与理想动作进行比较。运动员就会发现一些原来查觉不到的毛病。我们知道,人的肉眼在观察细微动作时是有很大局限性的。一个运动员要创造优异的成绩,就必须注意和改进每一个细小的动作。从这里可以看出,电脑的作用是无法取代的。教练们还使用电脑分析球类比赛中对方常用的战术,对方队员的优点和薄弱环节,取长补短、功其弱点,从而取得比赛的胜利。现在许多体育项目都采用了电脑辅助训练,这种辅助训练还会更广泛地使用。

另外,电脑在运动员体能和饮食方面也起着很大的作用。人们借助电脑可以进行运动力学的研究,可以根据参加比赛的人体各个部分的力量,方向、速度等图表,来分析运动员的细小动作,提出可以发挥潜力的途径和训练方法。电脑还可以发现并诊断出运动员身体方面的伤病,并提出治疗措施。电脑还可以根据运动员的训练强度和体质的变化,自动给出运动员所需的营养。过去我们只是凭经验,给运动员高标准的伙食,并没有注意营养学方面的问题,往往造成比赛期间体重下降,赛后体重迅速增加。现在由电脑来负责这些问题就简单的多了。

举办奥林匹克运动会,是国际体坛的一件大事。它涉及到数万名运动员的各种项目的比赛及其他活动安排。这样的管理业务规模是非常庞大的。无论从运动员的国籍、姓名、性别、年龄、比赛项目、比赛成绩、性格特点、爱好、饮食要求、衣食住

行,还是比赛时间日期,场地等等,都需要有一支庞大的管理队伍。在这个繁锁复杂的活动中,难免出现一些差错和漏洞。因此,成功地举办奥林匹克运动会,能够体现东道国管理方面的水平。

电脑参与比赛的管理,充分发挥了它记忆能力强,运算速度快的特点。它把一切活动都安排的井井有条,人员、时间、空间的错综复杂的关系,借助于电脑会安排得合情合理。

特别应当指出的是现场记录实现了电脑自动化。一个比赛项目刚结束,由电脑控制的成绩牌就会立即显示出优胜者的名次、国家、运动员姓名,比赛成绩等,显示结果迅速又准确。对于新闻记者来说,还可以通过计算机终端设备随时提取比赛情况的信息和资料,而且非常灵活和方便。

如今,世界上许多国家都在争办奥林匹克运动会。它不仅反映了东道国体育运动的水平及大型比赛的组织能力和管理水平,同时也反映了一个国家计算机的普及发展情况和应用水平。

2. 电脑是现代战争的主力

电子计算机应用于军事装备,是世界各国都在广泛深入研究的一个重要领域。研究人员研制出的各种装备有时让你不可思议,有时令你惊叹折服。

1991年,美国攻打伊拉克时,所使用的许多武器均采用了先进的电子技术。战斗开始时,美国首先出动隐型飞机轰炸伊拉克的雷达。这是为什么呢?我们知道,战争中为了避免遭到空中的袭击,必需使用雷达发现空中目标。雷达是通过向空

中发射无线电波。遇到飞机后无线电波会反射回来,地面接受到无线电反射波就可以确定飞机的位置、方向和速度,然后使用地对空导弹进行打击。美国研制出的新型隐型飞机,利用电子计算机设计飞机的外型,使无线电波的反射率降低到百分之几。使用雷达不能确定空中目标是飞机。另外,飞机表面还涂一层吸收无线电波的涂料。这就更加增强了飞机的隐蔽性。美国使用这种先进的隐型飞机,有效地打击了伊拉克的地面雷达,使他们不能发现空中目标,然后再出动轰炸机实施大规模的轰炸。从而取得军事上的优势。

在攻打伊拉克的战争中,美国使用另一种先进武器就是“战斧”式巡航导弹。这种配备有微电子装置的导弹,用来攻打远距离的地面目标,不仅命中率极高,而且飞行高度低。使对方不易发现,特别是它的微电子装置可以控制导弹躲避高大的电线架和树木,绕过障碍物准确地击中目标。比“战斧”式巡航导弹更先进的,也是美国又引以为自豪的武器,就是“爱国者”空中截击式导弹,这种造价昂贵的导弹安装有微电脑,当对方发射远程导弹后,它会通过微电脑迅速计算导弹的飞行路线,并能计算出发射“爱国者”号导弹进行拦截的角度和方向,并在空中予以摧毁。

在这场现代战争中,美国的许多装备都是使用微电脑技术,充分显示出电脑在现代和未来战争中的威力。美国人使用先进的定位技术通过卫星能确定部队所在的位置。它还能够使用通讯工具与世界各个地方的人联系。利用侦察卫星可以获得对方的兵力布署情况,打击他的弱点。卫星还可以分析天气情况,寻找更有利的进攻时间。

其实在此之前的战争就已经使用了微电脑技术。

英阿马岛冲突就是前些年用计算机进行战争的试验。在战争中,阿根廷发射的用微电脑制导的“飞鱼”导弹,飞行高度距离海面仅几英尺,飞行几英里去攻击英国“谢菲尔德”号驱逐舰,破坏力非常大,使驱逐舰马上起火。一枚二十万美元的微电脑制导的导弹,虽然不算十分先进,但竟然一举击沉了价值五千万美元的战舰,并使二十人丧命。

然而,英国用的微电脑控制的武器最后还是占了优势。利用计算机辅助导航系统的“鹞”式飞机,在飞行速度上超过了它的阿根廷对手,它的计算机跟踪设备在 40 英里远处就能跟踪目标,并且在“响尾蛇”导弹击中阿根廷飞机时就通知飞行员。一种叫做“吹管”的微电脑制导的导弹,可由一个步兵携带。还有一种英国地面部队使用的较复杂的机动导弹,用来打击阿根廷喷气飞机。

在制导系统中使用微型计算机的先进的精确制导武器可以帮助搜索和跟踪目标。在这些制导系统中的传感器,可以根据编制的程序去搜索敌坦克排气管排出的热气,或者去搜索敌电子武器辐射的无线电波,然后,精制制导用的微电脑能使导弹紧紧咬住目标,准确地攻击。所有这一切,都不用人工干预。

电子计算机不仅用在现代武器上,而且可以对军队内部的各方面进行管理,还可以用做战士的训练。今后在军事电子与计算机有关方面花的钱比制造武器,飞机和导弹所花的钱要多得多。

无怪乎一些军事分析家认为,未来的武器装备将普遍使用微电脑技术,装有微电脑的武器系统威力越来越大。战斗双

方谁使用了这种先进的武器谁将占有主动,或取得胜利。在现代战争中,计算机将是不可缺少的装备。

并非十全十美

现在计算机在各个领域都发挥着很大的作用,可以说是
有口皆碑。但是世界上任何事物都不是十全十美的,有人把电子计算机当成赌博的工具骗取钱财,赌客几乎输多赢少。有人被搞得神魂颠倒,甚至倾家荡产。有人编制一些病毒软件,破坏计算机的使用,使得计算机使用者的信息丢失,造成一些无法挽回的损失。有时,计算机自己也会出现一些小差错使人虚惊一场。

1. 用计算机盗窃一美分

这是一例干的非常巧妙,不被人查觉的案子。一个计算机程序员在使用计算机时查看了他所在公司的工资管理程序。他修改了工资单管理程序,使得每当雇员工资数应该四舍五入时都被他截取下来。也就是说,当工资为 376.039 美元时,他就把其中的 0.009 美元截取下来归自己所有,而不是正确地四舍五入到 376.04 美元。因为公司有数千名职员,这些被截获的钱积少成多,不正当地加到他的工资上。这就使这位程序员在每次发工资时都能额外获利不少。他认为,即使有人发现在实发数中有一美分的出入,也很容易把它归结为计算截位时的问题。在任何情况下,职员都不会因为少付一分钱而去

找公司。

这个人能够以这种方式获利而久久不被发觉,是因为每个审计员都只是把总的工资支付支票与政府报表加以比较。因而总能通过检查。然而,这个阴谋还是被识破了,罪犯被判定为计算机诈骗罪。

2. 窃取电脑信息也是犯罪

在过去的年代里,一个机构或公司都是把十分重要的机密文件存放在保险柜里。盗窃者也只有打开保险柜才能看到机密文件。现在,计算机已经在各个方面普遍使用,有些机密文件和资料就存放在计算机里。而盗窃者更是无孔不入,他们使用先进的技术手段,仍能窃得计算机中有用的信息。

下面这个例子就是用这样的方法进行犯罪活动的。

纽约某公司的副总经理被指控篡改了其对手公司计算机存储的数据。这个高级职员偷偷使用了对手公司的计算机,在七个月的时间里,他查看了对手公司的账目等商业机密的数据,获取了这个公司客户的名单,取消了一些用户使用计算机系统的权力。他还窃听了这个公司的电话。这些行为固然是一种犯罪行为。他也不会逃脱法律的制裁。这位高级职员被判五年监禁和每窃听十次电话交付一千美元的罚金。使电话未经授权而存取一个计算机系统信息在美国联邦法律上是要判重罪的。

我们已经看到计算机如何被用来非法获利。有人常常会因其它原因而渗透到一个计算机系统犯罪,有时这种非法获利比单纯获取金钱更严重。

纽约昆士学院的两名学生使用学校的计算机管理系统，伪造了十几个学生的总计一百多门课程的成绩。因此被控犯有伪造事务处理记录罪、受贿罪、违反有关禁止考试作弊行为罪，其中一名被处七年监禁，另外一人要蹲四年监狱。这一事件是由于一位老师注意到系里所提供的成绩与学校计算机管理系统给出的分数不相符而被揭露的。可想而知，要不是这位老师的偶然发现，还不知会有多少这样的错误发生呢。

3. 未必万无一失

计算机在使用过程中，并不总是按照人的指挥进行工作。有时，由于硬件出现一些故障或是软件有些差错，计算机有可能违背人的意志，做出一些错误的动作，而往往这些错误的动作会带来致命的结果。

1978年10月，日本川崎重工业公司一个计算机控制的机器人突然用铁手抓住一个工人。这个工人措手不及，其余的工人慌忙之中不知所措，这个机器人迈开大步，把这个工人作为机件放在切削机上，犯下了一次残酷的杀人罪。1981年7月，该公司又有一个机器人也发了疯，抓住修理工酒田宽二，把他放在压机中活活压死。

由于计算机负担的责任很大，因此它所犯的错误的后果往往极其严重。一次，日本神户市中心区的近两万台电话突然中断，一时通讯受阻，造成很大混乱。几个月后，事故查清了。原来是电脑控制装置的穿孔带上多出了一个小孔。一个小孔就引起一场事故，可见计算机是多么脆弱。

计算机的错误甚至还差一点引发一场无谓的现代战争。

北美防空指挥部有一个计算中心。它负责收集敌方飞机、导弹的入侵情况。美国军事当局则根据它提供的情报作出对策。1981年,这个计算中心发出了美国受到核攻击的紧急警报。顿时,从陆海空三军司令部到白宫的总统办公室,电话铃声不绝,一派临战气氛。美国的战略导弹部队进入紧急战备状态,只要一声令下,导弹就会凌空而起,射向预定的战略目标。那时,一场大战即将开始。

谁知,八分钟后警报解除了。城市依然非常平静,社会还是如此繁忙。原来,这是电子计算机犯了一个错误,它误报了一次不存在的攻击,差一点酿成极其严重的后果。

虽然计算机为人类社会做出了许多贡献,但是,我们不能忽视它也有可能犯错误。因为世界上的任何事物都不是完美无缺的。所以我们不能绝对信任它。在充分利用计算机的能力之余,还要警惕计算机会犯错误。

4. 漫谈电脑病毒

什么是电脑病毒呢?最准确的定义是:专指某种微小的程序,它们会以磁盘等介质为传播途径,借助各种方法侵入电脑的内部,并且象细菌一样能滋生蔓延,破坏存储在电脑中的文件。

电脑病毒是怎样出现的呢?它又是怎样滋生蔓延的呢?

过去。由于电脑专用性强,不普及,数量少,所以电脑病毒无法传播,不能造成破坏和影响。因此,电脑病毒没有广泛地出现。目前,电脑的机型有比较固定的标准,通用性强,销售量大,体积小,软件的设计也适于大量制造生产。由于软件的通

用性好,相同型号的电脑软件是相同的。这些都给电脑病毒的传播创造了条件。这是电脑病毒出现的重要原因之一。

另外,电脑通讯网络日益普及起来。从一个公司的电脑局部网,到全国或世界范围的大型学术和军事网络都相互传送信息,传递信息的速度快,范围广。这些电脑所处理的信息,包括国家的户籍资料和税务资料,各大公司的会计账目及工程设计资料,学校的图书资料和成绩资料等,甚至包括警务军事和国防资料。这些大型的网络使得电脑病毒有了良好的传播机会,而且造成了很严重的破坏。

计算机技术的不段提高,使电脑病毒传播的越来越广泛,破坏力也更强,再加上一些人有意制造电脑病毒,使得电脑病毒更加滋生、泛滥。

1984年,在美国国防部电脑安全会议上,一名叫佛列可汗的研究生第一次提出了“电脑病毒”这个名词,其后美国的大众科学刊物“科学美国”月刊又在“电脑娱乐”专栏中多次介绍几种“良性”的类似病毒的游戏,于是电脑病毒就以一种不会给计算机造成损坏的名词被计算机工作人员广泛使用。

其实,早在电脑病毒一词出现之前,“特洛伊木马”程序就已经代表了电脑病毒的意思。这个程序是电脑安全学上的术语。这些微小的程序,就象是“木马屠城记”里木马中的士兵,等到进了城,找到机会,就会偷偷地跑出来,搞破坏活动。

1987年底快到圣诞节的时候,出现了一个“良性”电脑病毒的例子。它是一个“圣诞卡”程序。这个小程序始于“欧洲学术研究网络”,表面上看它只是一个可以在屏幕上画一个圣诞卡的娱乐程序,但是,如果你不小心使用它,在画“圣诞卡”的

同时,这了程序会暗中记录下你通讯来往的其他电脑地址,并偷偷地按照地址传送一份同样的“圣诞卡”程序,当这台机器使用时,就会在屏幕上出现一个圣诞卡。

由于“圣诞卡”程序的传送过程是不被人查觉的,因此在很短的时间内,这个程序就已经通过网络传到其他的计算机上了。直得庆幸的是这只是一个没有破坏性的“圣诞卡”程序,最后只造成了计算机网络上出现故障,没有造成多大损失,如果是真正带有破坏性的病毒如此蔓延,必将使成千上万的电脑瘫痪,电脑中的许多文件被破坏,那么后果更不堪设想。

近几年来,带有破坏性的病毒不段出现,造成的后果也越来越严重,破坏性逐渐增强。从早期的“小球”病毒,在显示屏幕上下反复跳动,破坏了正常的显示内容,到近阶段产生的“DIR—Ⅱ”等病毒破坏执行文件,使得软件和文件不能使用,电脑病毒不仅影响了人们正常地使用电脑,它造成的损失有些是无法弥补的。

要有效防止和杀灭电脑病毒,首先要了解它的原因,传播的方法,潜伏的方式,发作的症状和残留的后遗症。

电脑病毒传播的方法比较简单,一种是一台电脑与其他电脑连结成网络,电脑病毒通过网络从一台电脑传到其他电脑,另一种是电脑病毒通过磁盘等存储介质传播。当你在一台没有“病毒”的电脑上使用一张带有“病毒”的磁盘,“病毒”就会传播到电脑上,反之,如果你有一张没有“病毒”的磁盘在一台有“病毒”的电脑上使用时,也可能被传染上“病毒”。

各种各样的电脑病毒都有它们不同的潜伏方式,在我们使用电脑时一定要注意:是否出现了“身份不明”的程序,这些

程序有可能就是危害电脑的电脑病毒。另外,电脑病毒还会隐藏在其他程序里,使程序的存储量增大,这些都是需要我们提高警惕的。在使用电脑时,我们应该随时检查,及时发现电脑中的“病毒”,避免造成损失。

电脑病毒发作的症状都各不相同,有的破坏显示屏幕,有的破坏文件和程序,有的一但被传染就会经常发作,有的传染后潜伏起来在指定时间发作。前面提到的“小球”病毒和“DIR—Ⅱ”病毒等都是破坏显示屏幕和文件。著名的“米开朗基罗”病毒则是一个定时发作的病毒,由于这种病毒平时潜伏在电脑中并不发作,因此不被人察觉,但是它们仍在偷偷地传播,使许多电脑感染上病毒,到了指定的日期,才会跳出来,疯狂地破坏,所以它的危害性极大。

消灭电脑病毒的方法与人类消灭生物病毒一样首先要预防为主,要在电脑中建立一套防病毒系统。现在采取的预防病毒的方法:一种是从硬件角度考虑,即在电脑中安装防病毒卡,所有在这台电脑上使用的软盘等都先由防毒卡检查后才被使用。另一种方法是用消毒软件对要使用的盘进行消毒。通过这两种方法,基本上把能病毒消灭掉。如果发现电脑被感染上病毒,就不能再在电脑上使用未加写保护的软盘以防把病毒传入软盘,从而断绝“病毒”的传播途径,避免其他电脑被病毒感染,然后立即使用消毒软件对有毒程序进行消毒。如果用自己的软盘拷贝别人的软件和文件时,也要注意不要把别人电脑中的病毒带到自己软盘上,如果软盘被感染上病毒,使用之前应立即消毒。通过这几种方法,基本上可以把电脑病毒消灭在萌芽状态,保护我们的电脑和软件。

六、光辉灿烂的将来

高速计算机的发展

电子计算机的出现,只有短短的四十多年。在这四十多年中,经过科学家不懈的努力,计算机已经经历了几次更新换代,使这种先进的计算工具不仅在科学研究领域,而且在社会的各个方面都显示出它无比的威力。它减轻人类的脑力和体力劳动,并且在许多方面都立下了奇功。虽然它的历史很短暂,但当今社会已经不能再缺少它。

今天,电子计算机给我们带来了日新月异的变化,明天,它将会带领我们走进一个崭新的计算机世界。电子计算机有着光荣的历史,也将有更加光辉的未来。未来的计算机,运算速度会更快;微型计算机将更加灵巧,功能更强;智能计算机将思考、会学习、会解决更加复杂的问题。电子计算机的发展是根据社会的需要、时代的要求而进行的。

当今社会时间的价值是无法估量的。科学技术的发展要求计算机有更高的速度,因为速度就是时间。计算机有了更快的速度,就能更好地解决气象预报、地球地理、石油工程、宇航技术、海洋探测、热核反应等方面的问题。能够看到我们原来

看不到的东西,预见过去无法想象的事情。

人们要求电子计算机具有更高的智力,目的是要解放人类的智力。人们希望电子计算机能够听懂人的语言,识别人的容貌,思考复杂的问题,从而更多地代替人脑的功能。但是,现在我们还不能完全做到这一切。在使电子计算机智能化的道路上,人类只是站在新的起点上,而我们必须走过艰辛的道路,才能到达辉煌的顶峰。

虽然现在计算机应用得很广泛,但是在我们的日常生活中,携带起来还不太方便。最近,人们生产出一种笔记本式的便携计算机。它体积小,重量轻,液晶显示器,并把显示器、键盘、主机溶为一体。但是,这种便携计算机还需要增加许多功能。电子计算机在社会生活中的应用正在朝着微型化,多功能化方面发展。这不仅会带来计算机工业的革新,也会使半导体材料及机加工技术发生深刻的变革。

摆脱传统设计的束缚

以前我们使用的电子计算机,虽然经历了几次更新换代,但这些计算机的基本设计思想都是诺依曼的设计思想:先将程序输入存储器中,然后按照程序逐次进行计算。因此我们把这种计算机称为诺依曼机。

诺依曼机虽然经过改进日趋完善,但这种改进也是有限度的。一方面,它带来了令人头痛的软件危机,使编制程序成为一件越来越烦琐的工作;另一方面,诺依曼机的设计问题,

也影响了它能力的进一步发挥。诺依曼机是一部高度一元化的机器,信息处理完全由中央处理器来完成,各存储器只是为中央处理器提供数据,中央处理器与存储器之间只有一条数据通道,如果遇到大量数据进行计算,那只好排队按先后顺序经过这个数据通道来处理。这个问题被称为“诺依曼瓶颈”。

要解决信息传输问题,就要对诺依曼瓶颈进行改革。美国哥伦比亚大学的一位计算机科学副教授提出了新的设计思想。他认为,诺依曼机太集中了,中央处理器太单一,一切都揽在自己身上,限制了其它器件作用的发挥,势必会影响整个机器的速度。他主张建造一种新型的计算机,这种计算机的每个元件本身就是一部计算机,能够独立解决不同的问题。大量的一般性问题,让成千上万个这种计算机细胞来独立解决,只有最复杂的问题,才由中央处理器来解决。

这种非诺依曼式计算机既有集中,又有分散,既能合作解决难题,又能独立完成一些操作,并且可以并行处理,从而大大提高了运算的速度。非诺依曼式计算机的研制成功,将是计算机领域中一场深刻的革命。这种计算机由原来的一个中央处理器转变为成千上万个中央处理器,可想而知,它的速度要比诺依曼机快多少倍。现在我们来做个比较,给100名员工增加5%的薪水,用计算机计算。如果用诺依曼机来解决这个问题,先要把每个员工薪金信息从存储器中取出,然后送到中央处理器进行计算,由于“瓶颈问题”,薪金信息只能一个一个提供,薪金额也只能一个一个地计算。然而非诺依曼机却能调动千万个微处理器的积极性,让它们独立完成加薪计算,也就是让一百个微处理器同时计算。对于这个问题而言,非诺依曼机

一次运算就能解决,而诺依曼机的速度要比它慢一百倍。从这个例子中我们可以看出,如果采用先进的非诺依曼机,会使计算机的速度提高千百倍,使计算机在各个领域发挥更大的作用。这种计算机的研制开发,会普遍应用在各个领域。

超导技术的应用

前几代计算机所使用的元件,从电子管到晶体管,从晶体管到集成电路再到大规模集成电路,从原料上看,都是半导体硅作材料,从原理上看,都是半导体作为开关元件。未来计算机很可能结束使用硅器件的历史,以新的元件取而代之。

约瑟夫逊器件很有可能作为未来的电子器件使用在电子计算机上。它是一种什么样的元件呢?1908年,科学家在氮液化时发现了导体的电阻突然消失的现象。这种现象叫超导效应。1962年,英国科学家约瑟夫逊发现,薄绝缘层隔开两块超导体,其间不出现电压也可通过一定数量的直接隧道电流,这种物理现象称为约瑟夫隧道效应。根据这个效应,科学家们制成了约瑟夫逊器件,这种器件的两片超导电薄膜之间夹着极薄的绝缘层。它可以作为开关使用,具有速度快、功耗低,灵敏度高的特点。例如它的工作速度,可达一兆分之一秒,速度之快是令人惊叹的。因此,约瑟夫逊器件很可能成为未来计算机器件的革命家。

现在,研制瑟夫逊器件都是美国和日本计算机研究人员的一个重要课题,并且已经研制成功了超导开关和超导存储

器。美国的国际商用机器公司已经成功地制造了由约瑟夫逊器件组成的逻辑器件,在研制约瑟夫逊器件型计算机方面创造了良好的开端。

一般的半导体器件和集成电路器件是在常温下工作,而约瑟夫逊器件则是在超低温条件下工作。因此研制这类计算机的困难不仅在于研究新器件的结构,而且在于要解决一系列新的技术问题,例如超低温技术、加工技术、密封技术等等。

虽然,这些技术困难会给计算机研究带来一定的困难,但是这不会阻止人类发展计算机技术的愿望。这种未来的计算机、其速度将比现在最快的计算机还要快百倍,而它的功耗却只有现在计算机的千分之一。它将使计算机在高速化道路上迈出新的一步。一个现在计算机要花一年半载才能解决的问题,约瑟夫逊机只要一、二天就能轻而易举地把结果计算出来。

电子计算机的高速度是与它存储信息的容量紧密相连的。约瑟夫逊机将不仅以极大的信息处理速度而显得不同凡响,也将以极大的存储能力使以往电子计算机望尘莫及。

硬件技术的革新

另一种计算机改革是把原来软件完成的操作转换成硬件实现。以往计算机在执行操作时,都是按指令顺序执行。每一个指令又分为几个周期,不同的周期完成不同的操作;每个周期都需要时间,完成一个指令就要花上几个周期的时间,这也

是影响计算机速度的一个主要因素。计算机科研人员设想是否能够通过硬件技术把指令采用硬件方式来进行操作。实验证明这种设想是成立的。采用硬件方式执行一条指令只需要一个指令周期就可以完成,这使每一条指令的执行速度都提高了几倍,从而也提高了计算机的速度。这种技术就是九十年代刚刚兴起的 RISC 技术。现在,美国、日本、德国等国家的计算机公司已研制出新型 RISC 芯片,并把它们安装在高技能的计算机上使计算机速度大大提高。今后,这种技术会不断改进,并广泛应用于各种计算机上。

光学领域的新尝试

自从六十年代初人类发明了激光技术之后,计算机专家开始设想利用激光技术来发展一代全新的计算机,即光计算机。光计算机的工作原理与电子计算机的工作原理十分类似,其本质区别在于光学器件代替了电子器件。光计算机有着很强的功能:首先光路可以相互交叉不影响另一个通道上传送的光。另外,光子可有极高的单通道速度,还有光的特性使光具有真正的并行性。

电子计算机的速度慢在哪里呢?电子计算机运算时的大部分时间并非花在计算机上,而是耗费在电子从一个器件到另一个器件的运动中。因此,目前电子计算机的运算速度和容量的提高足以缩短主机部件之间的距离,以减少电子运行所消耗的时间,但这种方法已经达到了极限。据测算光速开关的

转换速度要比电子转换开关快数千倍,甚至几百万倍。因此,光计算机具有不可估量的应用价值和广阔的发展前景。

一台光计算机设计技术与电子计算机完全不同,而且造价高达上亿美元。最近,在美国国防部的主持下,10多所大学参加了这个项目的研究工作,另外,通用电话电子设备公司、施乐公司、瑞典和日本的公司也在这方面进行研究和开发。欧洲许多国家以及前苏联的科学家已经开始实施研制计划,并已获得重大的进展。

光计算机的功能将对一些领域产生十分巨大的影响。例如:在图像处理和动画中,真实计算机景像制作技巧可能替代传统的电影制作技巧,真实演员将通过计算并设置于实际的场景中。高性能计算机将使数字图像和图像处理得到广泛的应用,从而变换成各种学科,如放射学、天气预报、城市地理和军事智能等。也许更多的变化将是先进计算机对个人的影响。对于今天大型计算机用数十万美元能做的工作,将来的家用计算机只用其价格的一部分就能完成。

生物计算机

现在,计算机使用的核心元件是大规模集成电路。半导体硅芯片因电路密集引起的散热问题已经没有更好的解决办法。从理论上讲,已经达到了集成度的极限。随着计算机技术的高速发展,电子元件已不能适应这种变化。因此,科学家们正致力于寻找新的材料,在研究探索的过程中,科研人员发现

了一种令人意想不到的计算机——生物计算机。

早在七十年代,人们就发现脱氧核糖核酸处于不同状态时,可代表有信息或无信息,这一发现,激发了科学家研制生物电子元件的灵感。美国科学家率先在世界上提出了“生物芯片”的概念,从而揭开了研制生物计算机的序幕。

生物计算机的主要元件,是采用生物工程技术生产的蛋白质分子,并把它们作为生物芯片。在这种芯片中,信息以波的形式传播,当波沿着蛋白质分子链传播时,引起蛋白质分子链中单链和双链结构顺序发生变化,因此,当信息波传输到分子链的某个部位时,它们就像电子芯片中的载流子那样来传递信息。由于蛋白质分子比硅芯片上的电子元件小得多,生物芯片的密集度又可以做得很高。蛋白质构成的生物芯片存储容量比半导体芯片的存储容量大许多。由于一个蛋白质分子就作为“一个存储单元,而且蛋白质分子的阻抗小,能耗低,它较好地解决了散热问题。此外,蛋白质分子很容易构成三维立体形的分子排列结构,形成立体生物集成芯片。而现在电子计算机使用的芯片,几乎都是二维平面型集成电路。对于生物芯片,要做出几十亿兆位的生物存储器,是一件轻而易举的事情,而硅芯片制作的存储器与它无法相比。生物计算机除了具有惊人的存储容量外,还具有非常高的运算速度,它处理信息的速度比当今最新型的计算机的运算速度还要快百万倍,这就为实现计算机的高智能化提供了可行性。

由于蛋白质分子能够自我组合,再生新的微型电路,表现出很强的“活性”,使得生物计算机具有生物体的一些特点,它能够发挥生物本身固有的自我调节机能,这样就能自动修复

芯片上发生的故障,它还能模仿人脑的机制。科学家认为,生物计算机最有可能实现人类所寻求的“智能”解放。

为了发展这一新型计算机,美国和日本的生物学家、计算机科学家、电子学家、神经学家、物理学家和化学家纷纷投入了生物计算机的研究与开发工作,并取得了令人瞩目的重大成果。美国的科学家利用生物技术,已经开发出一种脂肪薄膜存储器。目前,科学家开始投入世界上第一台基于硅和生化物质的结合而产生的硅生物芯片的混合型生物计算机的研制开发工作。日本东京理工学院的一个研究小组已经宣布,制成了一种生物芯片,这种生物芯片是生物计算机的主要器件,它的存储容量至少是现在使用的硅芯片的一万倍。

生物计算机的发展潜力是很大的,生物计算机有着广阔的前景。它会完善地显示人类记忆、计算、思维等智力能力。生物计算机的出现将使人类改变自己、改变自然、改变世界。

A decorative border with a repeating floral or scrollwork pattern surrounds the central text.

通信技术

七、古代的通信

最简单的方式——人力通信

1. “飞毛腿”与“马拉松”

古时候,人们生活在一个很闭塞的环境里,往往一山之隔、一水之隔大家也不通消息。许多人生老病死,终其一生也只活动在一个极小的范围里。出于对外面世界的向往,人们多么希望自己能看得更远、听得更广、知道得更多啊。古代许多神话故事都寄托了这种幻想。名著《封神演义》中就有两位神仙,一个叫“千里眼”,一个叫“顺风耳”,他们专门负责替玉皇大帝监听消息。《西游记》里的“齐天大圣”孙悟空不光有七十二种变化,还能腾云驾雾,一个筋斗十万八千里,而且有一双火眼金睛,抬手一望,便可看到千里之外。佛家的传说里,也有个千手千眼佛,能眼观六路,耳听八方。

当然,这些都是神话中的故事,在通信的发展史上,最早也是最简单的方式还是靠人来传递消息的。“信”字分解开来就是人言,也就是让人来传话的意思。有一个故事很好地说明了这种情况。公元前409年,波斯帝国的统帅大流士一世亲率千艘战舰、十万大军,对希腊发动了进攻。在希腊首都雅典附

近的马拉松平原，希腊军队和入侵者展开了决一死战。在统帅米尔迪亚德的指挥下，希腊士兵为保卫家园而奋勇还击，终于以少胜多，挫败了波斯军队。这就是历史上有名的马拉松战役。为了尽快把胜利的喜讯报告给首都雅典的人们，米尔迪亚德便派自己的传命兵菲迪群跑步赶回首都雅典去报捷。菲迪群是有名的“飞毛腿”，当时他刚从战场上下来，浑身血污，疲惫不堪，但他仍然拼尽全力，以顽强的毅力跑回了雅典。他赶到雅典广场后，用尽最后一点力气喊了声：“我们胜利了！”便一头栽倒在地上死去了。后来希腊人民为了纪念这位爱国战士，在1896年举行第一届奥运会时，设立了“马拉松”这个长跑项目，长跑的距离就是当年菲迪群从马拉松战场跑到雅典的距离四十二公里一百九十五米。直到今天，“马拉松”仍然是田径比赛中的一个重要的项目。

在我国古代，最早也是靠人跑来传递消息的。商代的时候，在边境上就设置了专门的通信兵叫“僮”，甲骨文中就有关于“僮”的记载：“有来僮自西，有来僮自北，……”“僮大多是商代被派驻在四方国境上作卫戍的兵卒，他们在边境上日夜巡逻，一旦在哪个方向上发现有敌人入侵，驻守在这个方向上的“僮”就飞速跑回报告。

人跑的速度和耐力总是很有限的，所以后来人跑传信的方式就逐渐被骑马所取代了。但在许多场合，尤其是民间通信的时候，靠步行的人力通信仍然常常被采用。比如一些到外地谋生的人，常把书信交给那些常年在各地做生意的商人，托他们捎给远方的亲人。《水浒传》中的一百零八将有一个人物叫戴宗，他既不擅长于出谋划策，也不擅长于骑马打仗，但他有

一门独到的功夫,就是能奔善跑,可以日行八百里,外号叫“神行太保”,他在水泊梁山的作用就相当于通信员,负责传送重要情报。

步行通信尽管有其缺陷,但在没有条件采用其它方式的时候,这种通信方式仍然是很有用的。即使到了电子通信很发达的革命战争年代,我们仍然能看到步行通信的身影,那时在敌占区,活跃着许多我党领导下的地下交通员,他们的任务就是为我党传送情报,当时在敌人的白色恐怖笼罩下,斗争非常艰苦,很难弄到无线电发报机,只能靠他们步行穿越敌人的层层封锁线把情报送到目的地。解放后拍摄的许多电影描写的都是这些地下交通员的事迹,电影《鸡毛信》里的海娃就是个小交通员,他以放羊为掩护,把插有三根鸡毛的重要信件藏在羊尾巴下面,机智地躲过敌人的一次次盘查和搜索,最终胜利地完成了任务。

2. 驿站连万里

在我国古代,把骑马送信称为邮驿。据甲骨文记载,商朝时就已经有了邮驿。周朝时进一步得到了完善。那时的邮驿,在送信的大道上,每隔三十四里设有一个驿站,驿站中备有马匹,在送信过程中可以驿站里换马换人,使官府的公文,信件能够一站接一站,不停地传递下去。

邮驿在古代政治、军事活动中起着不可低估的作用。《左传》中记载了这样一个故事:公元628年,秦国派兵偷袭郑国,当秦军走到滑国的时候,被郑国商人弦高发觉。弘高当时正在那里贩牛,他知道了秦军的意图以后,跑到秦军将领那里,冒

充是郑国派来的特使前来犒军，犒军的物品就是他准备去贩卖的十二头牛。同时通过邮驿把秦军前来偷袭的消息飞快地传回了郑国。秦军以为郑国已经知道了他们来偷袭的消息，并已做好了准备，只好打消了进攻郑国的念头，灭掉了滑国就回去了。

春秋时期，各诸侯国都已建立起了自己的邮驿系统。生活在那个时代的大哲人孔子就曾说过：“德之流行，速于置邮而传命。”意思就是说，他所提倡的道德学说，会比邮驿传送命令速度还快。他和“邮”作对比，本身就说明了当时邮驿的发达程度了。

秦始皇统一中国以后，实行了“车同轨”“书同书”的政策，为了统治他庞大的帝国的需要，他命令在全国各地修建了许多驿道和驿站，还颁布了邮驿法令。当时从秦国最远的边境把文书送到国都咸阳只需七天的时间。后来的汉高祖刘邦在起义造反前就曾是秦朝的一个驿站的亭长。

汉唐是我国封建社会的鼎盛时期，邮驿同样盛极一时。汉朝时张骞、班固曾多次出使西域诸国，带动了中原地区与西域国家的交流，并逐渐形成了历史上有名的“丝绸之路”。汉朝时不仅国内的邮驿系统非常发达，而且还在“丝绸之路”上建立了国际邮路。这条邮路以长安为起点，向西一直延伸到位于今天伊朗境内的古波斯国，对于古代中西文明的交流起了重要作用。唐代的官邮制度更加完备，各种邮路组成了遍布全国的邮驿通信网。唐朝的邮驿，分成陆驿、水驿和水陆兼办三种，三种邮驿总共多达一千六百多处，其中陆驿一千二百多处，水驿二百六十多处，水陆兼办有八十多处。唐朝诗人岑参曾在题为

《初过陇山途中呈宇文判官》的诗中描述过当时邮驿的情形：“一驿过一驿，驿骑如流星；天明发咸阳，暮及陇山头。”可见那时邮驿的速度已经相当快了。唐玄宗李隆基甚至还为他心爱的杨贵妃设了一条荔枝专线。杨贵妃酷爱吃荔枝，但荔枝的保鲜期很短。为了让杨贵妃吃到新鲜的荔枝，唐玄宗便命令驿使从四川涪陵携带新鲜荔枝日夜兼程赶到长安，把荔枝献给杨贵妃食用。杨贵妃虽然得以满足一时的口福，但许多驿使却因为在穿越“难于上青天”的蜀道时发生意外而死于非命。诗人杜牧曾写诗揭露这种腐朽的帝王生活：“一骑红尘妃子笑，无人知是荔枝来。”

宋朝时，在邮驿制度上又有了一个创新，就是在各州县广泛地设置了“急递铺”，专门传送官府的紧急公文，就象今天的“特快专递”。这种“急递铺”在全国共有两万多处，每铺大约四、五个铺丁，这些铺丁非常辛苦，因为传送的都是最紧急的公文，所以常常要日夜不停地把驿道上策马飞奔。这些铺丁在传送公文时腰间都挂着铃铛，夜间还要举着火把，驿使跑一路铃声就响一路，路上行人听到他们的铃声或看到火把上的火光，就要马上为他们让路，否则撞死人概不负责。当时规定这些铺丁每一昼夜必须走四百里路以上。

元代疆域非常辽阔，为了加强统治，建立了一个更大规模的邮驿系统，设立了更多的驿站，征召了更多的驿使。意大利旅行家马可·波罗在元朝做官期间广泛考察了元朝的邮驿制度，他在《马可·波罗》游记中写道：元朝每二十五公里设一驿站，每处驿站都有宏大华丽的房屋，内备的床铺、被褥都用绸缎制成，住宿时所需物品一应俱全，即使国王来住，也会觉得

非常舒适。据《游记》记载,当时的驿站有两万多处,驿马三十万匹,难怪马可·波罗对元驿发出了由衷的称赞“规模之大,令人叹为观止。”

我国的邮驿制度到了清朝中叶才逐渐衰落,被现代邮政所取代。

在古代其它国家也存在这种骑马送信的邮驿制度。十四世纪时,中亚地区曾出现过一個强大而又短暂的帖木儿帝国,它是由蒙古人的后裔建立的,控制着包括现在的印度、阿富汗、伊朗等地的广大地区。帖木儿帝国制订了严格的邮驿制度,规定驿使每天必须走五百里路程,而且还赐与了驿使一项特权,行路中需要换马时,不论是谁,皇亲国戚也好,寻常百姓也好,只要是驿使提出换马的要求,都要用自己的马和驿使的交换,如果拒绝就有杀头之罪。在一段时间里帖木儿的大军开疆拓土,屡战屡胜,邮驿制度健全,信息灵通是一个很重要的原因。

3. 近代民邮与邮政

邮驿是官府的通信组织,只许传送官府的文件,而不允许携带私人信件。由于生产的发展和生活的需要,人们对通信的要求越来越迫切,出外经商的、做工的,以及战乱年代被迫出征的战士和远离家乡逃荒避难的人们,都需要和家人亲友通信。特别是各地商人,为了互相交流商情,商谈贸易,寄递帐单等更迫切需要通信。于是民间传递信件的业务就应运而生。大约在唐朝的时候,长安、洛阳之间就有了主要为商人服务的“驿驴”。当时还有一种叫飞钱的办法,就是各地商人把在长安

贩卖货物挣的钱,可以存入各地方官府驻长安的机构。这些机构发给商人存钱的收据,商人拿着收据回到地方后,再凭收据到各地方官府取钱,这样就免除了路上被强盗抢走钱财的危险。明朝初年,在西南地区出现了叫“麻乡约”的民邮机构。那时候许多外省人移居到地广人稀、土地肥沃的四川省,尤以湖北省孝感的人最多,他们虽然定居在四川,但仍很想念家乡的亲人,所以每年都定期举行集会,并推举代表,回乡探亲,同时也帮助别人捎代书信和包裹,天长日久,就成了传统,于是人们干脆就成立了叫“麻乡约”的商行,负责替人传递包裹和信件,也管运输货物。

到了明朝永乐年间,民间出现了专业民邮机构——民信局,民信局的出现是民间贸易、民间交往日益发展的必然结果。民信局首先出现在著名的港口城市——宁波,这里工商业发达,是水陆交通的重镇,当地有许多人外出经商做官。当时的宁波绍兴一带人士遍布全国各地,他们之间的书信往来非常频繁。总是托人转代非常不便,一封信要经过很长时间才能到达收信人手中。在这种背景下,民信局产生了。由于适应了形势的需要,所以民信局发展很快。不久,在全国各地尤其是大城市和一些沿海口岸相继建立了许多家民信局。这些民信局一般都有一定的管辖范围,路途遥远的邮件常常需要几个民信局互相合作,才能把邮件传递到目的地。当时的民信局经营范围很广,既能传递信件、包裹,也能汇兑银钱,甚至还能代为托运一些大件物品。民信局在清咸丰同治年间发展到了鼎盛时期,全国大小民信局多达数千家。在广东、福建的沿海地区还出现了专门为海外侨胞服务的民信局——侨批局,那时

候当时许多穷苦百姓为生活所迫不得不飘洋过海到异国他乡去谋生。他们虽然身在海外,但仍然心系故土,需要和家乡的亲人通信联系,也需要给家人寄回金钱和物品。民信局为了满足这些人的需要,成立了专门为侨胞办理通信和汇款业务的机构,因为福建方言中把“信”说成“批”,所以就叫“侨批局”。

具有现代意义的邮政局——大清邮政是于1896年正式成立的。它是由于当时霸占我国海关税务大权的英国人赫德一手创办的。他的目的并不是要帮助我国发展邮政通信事业,而是为了进一步掠夺中国的财富。以后几十年,从英国人赫德到法国人帛黎、铁士兰,帝国主义列强一直控制着中国的邮政大权,并从中榨取了数不尽的财富,但是当它们迫不得已将这项主权交还中国政府的时候,却声称中国政府反欠他们一百八十四万余两白银。当时,帝国主义国家侵犯我国邮政主权的另一方面是他们纷纷在中国开办了叫“客邮”的机构,这些机构名义是为在华的英、法、美、德、俄、日等国的侨民提供邮政服务,但实际上却是他们用以搜集我国政治、军事、经济、文化等方面情报的情报网。在帝国主义的排挤,压制下,我国的民邮组织逐渐被削弱了,并最终于1935年停办。

只有在解放后,邮政事业才真正获得了新生,在人民政府的领导下,我国邮政业务的覆盖面得到了迅速扩大。今天,不论是在城市还是在乡村,我们都看到绿衣使者为我们送信送报的身影,即使是最僻远的山区,也都留下了乡邮员的足迹。另一方面,我国的邮政设备也在不断现代化,汽车、火车、轮船、飞机都成了邮政运输工具,许多邮政局都安装了诸如自动分拣机、条形码识别机、报纸零售机等现代化设备,邮政这项

古老的行业仍然在朝气蓬勃地向前发展。

通信的早期变革

1. 烽火传军情

靠人来传递信息速度是很有限的,即使骑马最多也只不过每小时五六十公里,所以在通信方式上进行变革是必然的趋势。

早在三千多年前,我国中原地区的人们为了防范和抵御西北边陲少数民族的搔扰,就建造了世界上最早的烟火通信装置——烽火台。烽火台是石块垒成的十多米高的石堡,上面放有柴草和狼粪,时刻都有士兵在上面值勤,进行观察和了望。一旦发现敌情就马上点燃烽火,夜间点燃柴草,使火光冲天;白天则点燃狼粪,因为狼粪燃烧时其烟垂直向上,很远的地方都能看到,故而将烽火又称为狼烟(现今还有成语“狼烟四起”)。唐朝诗人王维曾有著名诗句:“大漠孤烟直,长河落日圆。”

烽火通信系统是由许多个烽火台一个接一个串连组成,每个之间间隔一定距离。每当出现紧急情况便点燃烽火,后一个烽火台看到前面的烽火信号便也跟着将烽火点燃,以便通知下一个,这样从前到后依次传递,警报很快就从边关传到了内地,中原人民也就可以早早地做好抗敌准备。烽火不仅能表示警报的来临,而且还能反映出一定的信息量,比如利用燃放烟火堆数的不同,每道烟火的时间间隔的不同等就可以大致

表示出来犯敌人的数目、方位等内容。只要事先规定好每种组合的含义,烽火就能传送一定量的警报内容。

史书上曾记载了一个有关烽火的有趣的故事。西周最后一统治者周幽王是个昏庸的国王,他不理朝政却整日沉湎于女色。他有一个爱妃叫褒姒,是个貌可倾国的美女,可是在周幽王面前却总是一副冷冰冰的面孔,从不露出笑脸。周幽王想尽办法也无法让褒姒笑一笑,于是便设下千金重赏以求褒姒一笑,这也就是成语“千金一笑”的由来。后来幽王手下的一个大臣出了一个主意,让幽王带着褒姒在骊山的王宫内设宴,同时命人点燃了烽火,当时各路诸侯看到了烽火以为外族来侵犯镐京(西周国都)了,便纷纷带着人马星夜赶来增援,到了镐京才发现被幽王愚弄了,又只好一个个带兵返回。看到一队队士兵来来去去忙忙碌碌的样子,褒姒果然露出了一丝微笑,幽王为此龙心大悦,重赏了那名大臣。但是很快他就为此付出了沉重的代价,没过多久,西部的犬戎族果然来进攻了,周幽王又命人点燃了烽火报警,但各路诸侯由于上一次的教训以为又是幽王在戏弄大家,结果无一来援,犬戎族很轻易地攻破了城池,并把周幽王杀死在了骊山脚下,西周从此灭亡。从这个古老的故事可以看出当时在各种物质条件很不发达的情况下,烽火通信已经发展成了一个相当完备的系统,从周朝的国都一直通向各个诸侯国,在应用中也起到了很有效的作用。

以后各个封建朝代都很重视烽火这种通信方式。秦始皇统一中国之后,进行了一项巨大的工程——修建万里长城。长城不仅是抵御北方游牧民族侵略的屏障,也是一个烽火通信系统,长城上每隔二百米左右就修建了一座烽火台。我们可以

想象当年烽火在雄伟的古长城上传递,绵延不断,横贯千里的情景一定蔚为壮观!唐诗中有这样的句子:“孤山几处看烽火,壮士连营候鼓鼙。”秦始皇建造了万里长城后,各朝各代都在长城一线上派驻了大批军队,并且多次对长城进行维修,最后一次大规模重修在明代。今天,长城已经失去了它原有作用,但它仍然具有象征意义,一座座烽火台就象一座丰碑即展示了我国发达的古代文明,也展示了我国古代人民的勤劳与智慧。

烽火通信在每一站之间是以光速传递的,所以应属于光通信一类,光的速度是每秒三十万公里,显然比马路人行要快得多。在世界其它国家的古代历史上也有利用光来通信的记录,一千多年前的阿尔及利亚人就曾利用巨大的铜镜反射太阳光来传递情报。古希腊的历史学家波列比曾发明一种利用光来通信的办法。他在古希腊建造了不少高塔,每相邻两塔相对的高处墙壁上都凿有五个洞,每个洞都放有一个火把,传递情报时或者把火把点燃,或者不点燃,这样每个洞也就或者明或者暗,五个洞通过明暗不同的组合一共可有 2^5 的5次方种变化,也就是一共可以有三十二种变化,希腊文一共有二十四字母,以每种组合代表一个字母就可以完全把这个二十四字母传递出去了,这样一个字母一个字母的传递就可以连成完整的句子,情报也就这样一站一站地传递下去了。这种通信方式可以说是现代电报的雏型,现代电报从原理上说和古希腊的光通信没有什么区别,只是利用的手段不同,一个是利用光,一个是利用电。

2. 会飞的“邮递员”

古代的交通是很不发达的,在平原地区还好些,在多山地区通信就是一个比较令人头痛的问题了。人们非常羡慕天空中自由自在飞翔的鸟类,如果能让鸟类成为人类的邮递员,通信自然要快捷多了。鸽子是人类最早驯养的善于长途飞行的飞禽,它的记忆力非常好,把它带到几千里以外,它也能跨越高山大川、森林和海洋,飞回自己的家。据记载,1980年一个葡萄牙人将一只南非信鸽带回了葡萄牙的里斯本,这只信鸽从里斯本出发,经过七个月的飞行,飞越了地中海和整个非洲大陆,最后返回了它在南非比勒陀利亚的家,行程达九千公里。据科学家研究,鸽子的大脑对地球的磁场分布非常敏感,它能通过对磁场的辨别找到飞回家的路线。鸽子是一种非常能吃苦耐劳的鸟类,一路上尽管风餐露宿,天气变化莫测,时而朔风呼啸,时而大雨滂沱,但它仍然一往直前,不达目的誓不罢休。有时由于自然条件太恶劣,送信的鸽子一路水米未进,它仍会拼尽最后一点力气飞到终点,当主人拿到信件时它也因劳累过度而死去了。

有历史记载的最早的信鸽通信是在公元前四十三年,古罗马将军安东尼带兵围攻穆廷城。当时罗马大军里三层外三层将穆廷城围得风雨不透,困守在城内的守军根本无法派人和城外的援军取得联系。这时守军指挥官白鲁特想到了鸽子,他把告急信绑在鸽子腿上,让鸽子从空中飞过敌人的重围把消息传送给援军。援军得到了确切的情报,终于和城内的守军里应外和,打退了安东尼的军队。

近代军事史上也有应用鸽子通信的战例。在第一次世界

大战期间,在阿尔卑斯山麓,法德两军展开了激战。有几个团的法军被数倍的德军围困在阿尔卑斯山以西的桦树林中,为了让友军得到情报前来解救,法军放出了十几只信鸽去报信。德军发现了这一情况,马上对这些信鸽进行射击。大多数信鸽被击落了,但仍有两只冒着枪林弹雨,历尽艰险到达了目的地。这几个法军团也因此而获得了解救。战后,为了纪念这些英勇无畏的信鸽,法国人为它们建造了鸽子纪念碑。直至今日,法国人仍然对鸽子十分喜爱,鸽子的饲养非常普遍。还有许多野生的鸽子在广场大街上自由自在地飞翔停留,和人们和平相处。许多游客都买来了鸽子爱吃的食物,撒在广场上供鸽子食用。故法国也有“鸽子王国”之称。

在我国饲养信鸽也有很悠久的历史。信鸽用于通信在史书上也多有记载。公元1128年,南宋大将军张浚有一次视察部下曲端的营地,到了军营,空荡荡不见一个士兵,他非常恼火,就对曲端说要视察他的军队,曲端立即将所统帅的五个军的花名册递上。张浚指着花名册说我要视察第一军,曲端不慌不忙地打开信鸽笼子放出了一只信鸽,顷刻间第一军将士全副武装,飞速赶到。张浚大为震惊,又说:“我要看你的全部军队。”曲端又放出四只信鸽,其余四军也奉召赶到。

不光是鸽子,大雁也能传递书信,现在还常常把送信的邮递员称为“鸿雁”。汉朝时有一个非常有趣的鸿雁传书的故事,公元100年,汉朝大臣苏武出使匈奴,匈奴单于很欣赏苏武的才能,想迫使苏武投降匈奴,被苏武严辞拒绝。于是单于便将苏武扣下,随后把他流放到了荒无人烟的北海(今贝加尔湖)去牧羊,对他说什么时候公羊生了小羊,什么时候放他归汉。

苏武在北海一带放了十九羊，虽含辛茹苦，但始终不曾向单于屈服。后来汉昭帝与匈奴和亲，出使匈奴的汉朝使者问起苏武之事，单于向他撒谎说苏武已经死了，但这位使者私下里打听到苏武仍然在北海牧羊，于是回去后就把这个情况报告了汉昭帝。当时的宰相霍光想出了一个计谋，又派去一个使者并对单于说：“我汉天子喜欢打猎，有一次射下一只大雁，雁腿上系着一封信，是苏武的亲笔信，上面写着苏武还活着，现在北海牧羊。”单于听后，见无法抵赖，只好放回了苏武。虽然这只是霍光的一个计谋，但可以想象，当时一定有人已经在利用大雁传书了，否则这个故事就缺乏了根据，霍光不会想到这样的计谋，单于也不会轻信。据说现在在美国德克萨斯州的一些邮局中还有近百只经人训练过的野鸭在充当“邮递员”送信呢。

3. 风筝传书

风筝也是我们祖先的一项伟大发明。它的历史可以追溯到春秋战国时代，据说有名的木匠鲁班就曾仿照鸟的造型“削竹为鹊，成而飞之，三日不下。”墨子也曾造过“木鸢”，这些都是风筝的前身。东汉时蔡伦发明了造纸术后，才有了“纸鸢”，俗称风筝。之所以叫风筝是因为人们常在纸鸢上拴上一个竹笛，放飞的时候，经风一吹竹笛就发出象箏一样的声音。

风筝不光是娱乐工具，在军事上也曾起过很大作用，秦末楚汉垓下大战时，汉王刘邦将楚霸王项羽围困在垓下城。项羽的军队四面被汉军包围，粮草断绝，人困马乏，几次突围都没有成功。为了瓦解楚军士气，汉王命人夜晚在城四周的高空放飞风筝。风筝上安放了竹笛，夜风一吹，笛声凄凉，汉军士兵又

和着笛声唱起了楚歌。城内楚军以为楚国已被汉军攻占了，再也无心恋战，纷纷出城向汉军投降。项羽虽然带着几百人冲出了重围，但自觉无颜再见江东父老，终于自刎在了乌江之上。

史书上也记载了真正利用风筝通信的例子。《新唐书》上写了这样一个故事：公元 782 年，唐朝节度使田悦发动叛乱，带兵包围了临洛城，朝廷派马燧前去救援，但田悦的军队封锁严密，无法与城内守军取得联系。这时守军将领张伾想出了一个巧妙的办法，他教人把联络用的信件绑在风筝上，向援军驻扎的方向放飞。叛军看到风筝明白了守军的意图，于是纷纷向风筝射箭，无奈风筝飞得太高，叛军鞭长莫及。守军和援军联络上后，双方里应外合，很快把叛军打退，解了临洛之围。

4. 音响通信

在人类对客观世界的认识过程中，百分之七八十的信息是通过视觉器官——眼睛获得的，百分之二十是通常听官——耳朵获得的，其余百分之几的信息，是由触觉、嗅觉、味觉等器官获得的。所以在通信形式的开发上，利用声音进行通信也是非常有潜力的一个方面。在现代通信中，电话利用的就是听觉器官。古代在音响通信方面也进行了许多尝试。比如我国古代战争中，两军交兵，往往要用声音来传递命令，如击鼓进兵，鸣金收兵等。这是因为打仗时敌我双方混战在一起，人员交错，靠人来传递命令是很困难的，而战鼓一响却可以一呼百应。在现代的军队中，我们仍能看到利用声音传递信号的情形。比如进攻时要由号手吹响嘹亮的冲锋号，夜晚睡觉要吹息灯号，早晨要吹起床号等。

在古代非洲,由于没有文字,交通也不方便,所以音响通信就利用得更为普遍。非洲的一些土著部落几乎每家都有长鼓和象牙号,大事小情很多都靠击鼓来联系。各部落都有一套相当复杂的“鼓语”,不同的鼓声,不同的鼓点就代表了不同的意思。部落里甚至有专门负责击鼓的人员,他们传递信息时必须准确而熟练,不然就会闹出笑话。有一次,刚果河畔的奥尼可部落的西萨玛村有一对年轻人举行婚礼,负责传信的鼓手是个新手,由于不熟练以至传错了消息,人们以为是有人在办丧事,于是纷纷带着祭品赶来了。

十九世纪末,英国殖民主义者入侵苏丹国,苏丹人奋起抵抗,并在首都喀土穆打败了英军,这一喜讯立即通过鼓声传遍了全国上下。苏丹的近邻埃塞俄比亚也曾利用击鼓报信的方法发布全国紧急动员令,号召全国各地居民做好战斗准备,迎击入侵的意大利军队。

在现代生活中,声音的利用仍然是通信的一个重要手段,一些有特定含义的信息通过特定的声音表现出来。比如救火车、救护车、警车等专用车辆在执行紧急任务时拉响警笛,使行人车辆及时闪开以便顺利通过;又如,在门上装上门铃,当有客人来到时按响电铃以通知主人等,数不胜数。从广义上讲,人类的语言功能也属于音响通信的范畴。

5. 视觉通信机

在通信方面具有现代意义的最初的发明是十八世纪末法国工程师克劳德·查佩发明的视觉通信机。

视觉通信机原理最早是英国物理学家罗伯特·胡克提出

来的,他建议把字母和有关的编码符号挂在高处的木框架上,使远处能接收到。但胡克并没有把他的想法付诸实践。

图 8—28 视觉通信机

一百多年后,法国青年查佩继续开始研究这一课题。1789

年,查佩终于成功地研制出了一套视觉通信系统,这套系统在以后几十年间不断地得到改进,在电报和电话出现之前,在整个法国及全欧洲许多地区都可以见到它的身影。查佩的视觉通报系统是由许多高塔组成的,在塔顶上,竖立着一根木桩,木桩上安有一根水平横杆,横杆可以绕着它中点转动,并且在下面用绳索控制可以使横杆转动成不同角度,水平横杆的两端各安有一个垂直臂,垂直臂也可以利用下面的绳索控制使其转动,这样水平横杆和垂直臂的不同位置和角度就形成许多不同的形状。查佩事先规定好每种形状代表一个字母或单词,于是信息就可以通过通信机传递出去了,下一个塔上的值班人员用望远镜观察后再向后传递,这样一站接一站一直传递到终点。这种通信机最高速度可以达到每分钟一百七十英里,在当时已经是相当惊人的了。查佩的发明为社会所接受也不是一帆风顺的。1789年,查佩带着他的发明来到了首都巴黎,并在那里进行了公开的试验,可是当时的王室和贵族对他的发明根本不屑一顾。失望中查佩只好又回到了家乡。直到1792年法国资产阶级革命取得成功,查佩才带着他的发明再次来到巴黎。当时的革命政府正在全国范围内同封建王朝的军队作战,很需要能快速传递军事情报的通信工具,所以对查佩的发明很重视,拨出了专款帮助他建造视觉通信系统。

查佩在建造他的通信站过程中又遇到了许多意想不到的困难,包括一些人为的破坏,直到1794年才在巴黎和里尔之间建成了一条全长210公里的通信线。当年的8月15日,第一份报文从里尔发往巴黎,这份报文向政府报告了革命军夺取莱奎斯诺的消息。两个星期之后,巴黎又欣喜地收到了另一

份关于收复康德的报文。不久从巴黎到施特拉斯堡的第二条通信线建立起来了,而后通向全国各地的其它线路也随之建立起来,查佩的视觉通信系统在法国得到了普及。正是这套系统的帮助下,拿破仑的军队能够密切协作打败了数量上占据优势,但通信不畅缺乏配合的英国、荷兰、普鲁士、奥地利、西班牙等国组成的联军。

查佩的通信机在战争中获得的巨大成功迅速影响了欧洲其它国家乃至美洲大陆。1794年开始,英国海军部建设了几条专供海军用的通信线路。1800年美国在马撒葡萄园和波士顿之间建立了一条104公里长的视觉通信线路,专门用于传递航运消息。普鲁士、荷兰等国也建立了类似的线路。

但是查佩的通信系统在使用中其缺陷暴露的越来越明显。首先这套系统需要建许多个中继站,雇用大量的工作人员进行管理,维持这套系统要耗费大量资金,普通公民根本无法使用,只能用于传递军事情报和重要的官方公文。即使如此仍然是不堪重负,视觉通信系统最完善的法国最后竟到了无力维持只好停止其工作的地步。面对这种情况,其发明者查佩内心十分痛苦,最后实在无法忍受竟在1805年自杀了。其次,视觉通报系统很容易受天气的影响,在夜间或者有雨雪有雾的天气条件下,就无法使用。这些因素影响了视觉通信机的发展,后来,出现了电报电话等电气通信方式后,视觉通信系统就被淘汰了。但是查佩的通信机在某些特殊的领域仍然应用了很长时间。在无线电通信出现之前,船舶间仍然使用通信机进行通信。铁路上用的时间更长一些,在铁路车站的两边有用于传递信号的信号臂,他的结构类似于查佩的通信机,它是在

一根立柱的顶端装上能够活动的木板,木板横放时表示路轨上没空,列车不要进站,板竖放时表示可以进站。这种装置一直使用了一个半世纪之久,才被红绿灯所取代。

八、有线通信

电报的发明

1. 静电和静电通信

早在两千五百多年前,古希腊哲学家泰利斯就记载了摩擦生电现象。当时他发现经过与兽皮摩擦的琥珀能够吸引鸟类的羽毛,这是人类最早认识到的静电现象。

1729年,史蒂夫·格雷发现电能够从金属线的一端迅速传至另一端,这一发现使人们认识到了电的流动性,也使人们开始意识到可以利用电流传递信息。

1753年2月17日,在《苏格兰人》杂志上发现了一封署名为G·M的著名书信,信中提出了一个重要的建议:把一组金属线水平地从甲地延伸到乙地,金属线的数量和字母数量一致,每根金属线代表一个字母,这些金属互相平行,彼此相隔一英寸。在每根金属线的末端连接一个金属球,在下面相距大约六分之一英寸到八分之一英寸处挂一个标有字母的纸片,当甲地通过金属线向乙地发报时,如需要发“A”,则把代表“A”的金属线接通电流,于是电流迅速从甲地传到了乙地,当乙地金属球带上电后,金属球下面的标有字母A的纸片就

被吸引起来。以此类推可以拍发任意字母,并且连接成句子,达到通信的目的。这个建议是人类在电通信方面的第一个设想,尽管我们不清楚这封书信作者的真实姓名,但我们应该承认,在当时人类对电的了解还非常之少的情况下能提出这样的设想是非常了不起的。

这篇文章发表以后,许多人开始了电通信方面的研究,而且也取得了一些成果。其中一个比较成功的装置是英国商人弗朗西斯·罗纳得研制出来的,罗纳德的装置在发端和收端各有一个同步转盘,利用放电可以使发端转盘所拨字母在收端转盘上显示出来。这个装置同当时的其它同类装置相比是最先进的了,罗纳德曾把他的方案交给英国政府,但没有得到重视而被闲置一旁了。

2. 电学新发现和电通信的进展

依靠摩擦起电产生电能的静电电报机有着明显的缺陷,获取其正常工作所需要的电能非常困难,也不容易控制。十九世纪初的一项重要发明有力地扭转了这一局面,十八世纪末,意大利生物学家伽伐尼在解剖青蛙的时候,用一根铜线与青蛙的脊柱接触,又在蛙腿上缚上一块铁片,当他把铜钱与铁片连接起来之后,蛙腿便发生了轻微的抖动,伽伐尼认为是“生物电”引起的。1800年,意大利物理学家亚历山大·伏打在他的同胞伽伐尼的实验的启示下,发明了把化学能转变为电能的伏打电池。他在一根导线的两端各连接一块铜板和一块锌板,并把铜板和锌板放在稀硫酸溶液中,铜和锌与稀硫酸发生化学反应,反应结果铜极的电荷流向锌板,形成持续的电

流。伏打电池的问世宣布了静电时代的结束,它为人们提供了比较稳定的直流电源,大大推动了各种电学试验的进展,电通信方面的研究也迈入了一个新的阶段。

1820年,丹麦哥本哈根大学的物理教授奥斯特在利用伏打电池做实验时发现电流能使其附近的罗盘的磁针发生偏转,并且电流方向发生改变时,磁针偏转的方向也发生改变。这一发现的意义在于揭示了电和磁之间存在着内在联系,这也为电通信的研究指示出了新的途径。

既然改变电流方向能影响磁针的偏转方向,那么为什么不利用这一现象来研制新型的电报机呢?在这方面最先获得成功的是俄国外交家巴林·希林,它的原理就是在发端控制电流的方向,在收端就可以观察到磁针不同方向的偏转。俄文共有三十六个字母,如果用6次偏转代表一个字母的话,一共会有64种组合,就完全可以把全部俄文字母和符号表示出来了。1837年沙皇尼古拉一世曾决定在圣德得堡和彼得霍夫的皇宫安装希林发明的电报机,但不幸的是这时候巴伦·希林突然去世了,安装计划也就没有实现。

但是希林的电报机却对一个英国青年库克产生了影响,库克从印度退役回到英国后,一时无事可做,这时候他看到了一本关于希林电报机的书,立即产生了浓厚的兴趣,于是开始制作自己的电报机。但在制作过程中遇到了许多技术问题,他只好去请求伦敦高等学院的自然哲学教授惠斯登的帮助,两个人密切合作终于1837年6月研制成功了五针电报机并获得了专利。五针电报机有五个指针,电报机工作时,其中任意两个会发生偏转,并且偏转的指针所指向的交点将是其旁边

所标的二十六个英文字母中的一个。

库克和惠斯登的电报机首先在铁路上得到了应用,1839年他们在伦敦与韦斯特·德雷顿车站之间的21公里铁路上架设了第一条电报线。后来他们又对五针电报机进行了改进,新型电报机只有两个指针,电报线也沿着铁路延伸到了斯洛,接着他们又架设了更多的铁路电报线。电报通信不仅在当时的铁路管理上发挥了重要作用,而且在其它方面也显示了巨大的应用潜力,1845年1月一个戏剧性事件证明了这一点。事情是这样的:有一天,帕丁顿车站的报务员收到了一份意外的电报,平时报务所收的电报都是有关列车调度和运行情况方面的,但这一次从斯洛车站发来的电报却说:现在正在追捕一名杀人犯,怀疑他乘上了七点四十二分到帕丁顿车站的火车,坐在第二节头等车厢的最后一个车室里。”警察局得到了这份电报后,马上派人去车站等候,列车到来的时候,果然在指定车厢里抓到了那名杀人犯。这件事经过报纸报道轰动了整个伦敦,库克和惠斯登的电报机也因此名声大振,电通信一下子为大众所熟知并成为谈论的热门话题。库克和惠斯登进一步改进他们的发明,最后电报机只剩下一个磁针了。这种改进后的电报机在英国铁路上一直使用到了二十世纪,他们两个也因为在发明电报机方面的杰出贡献而被封为爵士。

3. 从画家到发明家

1831年,英国科学家迈克尔·法拉弟发现了电磁感应定律,这是一项具有划时代意义的发现。这一定律的通俗解释是:闭合电路的一部分导体在磁场里做切割磁力线运动时,导

体中就会产生电流。根据电磁感应定律研制出的发电机使人类找到了获得廉价而强大电能的途径,电才真正从实验室解放出来,而服务于包括通信在内的社会各行各业。

1832年10月份的一天,有一艘名叫“萨丽”的邮船从法国勒阿弗尔港起航向美国纽约驶去。这是一次普通的航行,也是一次重要的航行,正是这次航行,改变了一位艺术家的生活道路,也改变了世界通信史。

这一天,吃罢晚饭,许多旅客聚集在餐厅中闲聊,这时一位年轻人走到餐厅中间,从提兜里拿出了一块马蹄形的铁块放在餐桌上,铁块上绕着许多铜线,旅客们都好奇地围过来观看,这时那位年轻人把铜线两端接在电池上,铁块马上产生了一股神奇的力量,周围的铁钉、铁片一下子被吸在了铁块上,当年轻人切断电源后,铁钉、铁片又都掉了下来。

这个年轻人叫杰尔斯·杰克逊,是美国波士顿的青年医师,但他却热衷于对电学的研究。当时法拉弟刚刚发现电磁感应定律没多久,人们对电和磁还非常陌生。杰克逊见旅客们对他的演示非常感兴趣,就开始滔滔不绝向人们介绍起电磁学来:“女士们,先生们,这叫做电磁铁,缠在铁块上的导线有电流通过时,铁块就会产生磁性,而且缠绕的线圈越多,电流流过导线时,电磁铁的磁性就越强。还有一点值得注意,无论导线有多长,电流都可以瞬间通过。请记住,人类就要启用一种无穷的力量,不久科学将创造电的奇迹,我们的生活也将为之改观。”

这些听众中间有一位著名的画家,叫塞缪尔·莫尔斯,杰克逊医生的一席话深深打动了,一个新奇的想法在他的头

脑中产生,如果让电流沿导线传递信号,岂不是在瞬息之间就将消息传到千里之外了吧?这一想法的出现使他再也不能平静,在强烈的发明创造欲望的激励下,莫尔斯毅然决定,放弃绘画事业,投身于电通信的研究之中。他在写生簿上端端正正地写下了“电报”两个字,立志完成用电流传递信息的伟大使命。

这时的莫尔斯已经四十岁了,在绘画领域也取得了很大成就,曾经为美国总统阿伯拉罕·林肯画过像,但他对电磁学却一无所知。都说“人过三十不学艺”,莫尔斯四十岁了还要改行,岂不是太冒险了?许多人都认为他发疯了,但莫尔斯自己却不为所动。他开始从头学习电磁学知识,经过半年多的努力终于初步掌握了电磁学理论。于是他将自己的画室改成了实验室,开始夜以继日地进行电报机的实验。但实验进行得并不顺利,三年时间过去了,莫尔斯面对的仍然是一次又一次的失败。他的积蓄用光了,生活陷入了困境,只好又重新回到纽约大学艺术系任教,靠绘画来解决生计问题,尽管如此他仍然毫不动摇地从事电报机的研制,他几乎把绘画挣来的每一分钱都用在购买电学工具和材料上了。

功夫不负有心人,在度过了无数个不眠之夜后,一个全新的思想终于酝酿成熟,一条新路终于闯了出来。莫尔斯在日记中写道:“只要能让他不停地跑十英里,我就能让他跑遍全世界。骤然切断电流,就能够产生电火花。电火花就是一种符号;没有电火花则是另一符号;没有电火花的时间长又是一种符号。这样,就有三种符号可以组合起来,代表数字与字母。它们的适当组合,就可以代表全部字母。这样,文字就能够经由

电线传送出去。其结果,我们就一定能够创造出可以在相隔遥远的两地迅速地互通信息的,可以记录的新机器!”

莫尔斯的上述思想体现在了他自己编制的莫尔斯电码上,电码由“点”和“划”构成,所有英文字母都可以用“点”和“划”的组合表示出来。莫尔斯对“点”和“划”做了严格规定,以“点”的长度为基本单位,一个“划”占据三个“点”的长度,“点”与“划”之间间隔一个“点”的长度,字母与字母之间的间隔为三个点的长度。为了使编码尽量做到科学合理,他对报刊上的常用字作了大量统计,还向印刷工人请教,把最简单的电码组合分配给日常生活中使用频率最高的英文字母。如字母“e”用“·”表示,字母“t”用“—”表示,字母“a”用“·—”表示,而那些使用率较低的字母则用较复杂的组合表示。

尽管莫尔斯有了一个非常好的设想,但在具体设计中,仍有许多棘手的技术难题需要解决。这时候一位精通机械技术的青年技师艾尔弗雷德·维尔向莫尔斯伸出了援助之手。在维尔的帮助下,莫尔斯终于实现了他的梦想,1837年第一台莫尔斯电报机研制成功了,1838年莫尔斯在美国进行了专利注册。

莫尔斯码

E ·	M — — —
T — —	F · — — ·
A · — —	W · — — —
I · ·	Y · · · ·
N — — ·	G — — —
D · ·	P · · · · ·

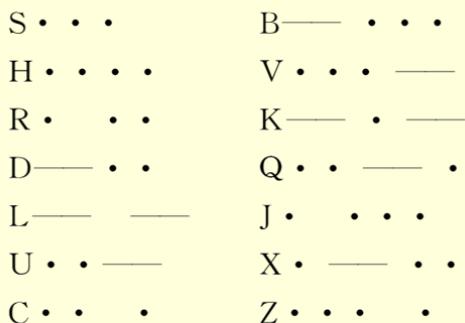


图 8—29 莫尔斯发报机

上图就是莫尔斯电报机的示意图,左边为发报电键,称为莫尔斯电键,右边为收报装置。当按下莫尔斯电键时,电路接通,就有电流通过右边的电磁铁的线圈,电磁铁产生磁性,吸下其上的杠杆,此杠杆的另一端连接着一个笔尖,这时笔尖就压触在不断移动的抄报纸带上。当将莫尔斯电键放松时,笔尖就脱离纸带。

因此每当电键按下时,杠杆上的笔尖就在匀速移动的抄报纸带上画出线段,线段的长短完全依照电键接通时间的长

短。当电键松开时,电路不通,电磁铁失去磁性,笔尖不接触纸带,所以纸带上没有线段画出。随着发报机中电键的不断按下和松开,在纸带上便记录下断断续续的长短线段和空白,即莫尔斯电码。再把电码翻译出来,就知道发来电报的内容了。

4. 一波三折的海缆敷设

随着电报业务范围的扩展,敷设海底电缆已经势在必行了,但还有个困难没有克服,就是海缆的绝缘问题。直到1847年德国人沃纳·西门子研制出了一种涂胶机才算解决这一难题。1850年,第一条海底电缆由布雷特兄弟在法国的格里斯-奈兹海角与英国的塞兰海角之间敷设完成。这一年的8月28日由“巨人”号拖船敷设成的这条海缆一共只收发了几份电报就中断了。事后发现原因非常可笑,一个渔民在出海捕鱼时,拖网正好勾起了一截电缆,于是他截下一段并高兴地向别人夸耀他发现了一种罕见的“海草”标本,并且里面令人惊奇地装满了金子。第二年,只好又重新敷设了一条海缆,这一条海缆和前一条相比不论是绝缘性还是坚固性都要强得多,这条海缆中装有四根铜线,每根直径为1.65毫米,并涂有两层天然橡胶,然后把四根铜线装在一起,包上沥青浸过的亚麻,在外面又加上一层10根直径7毫米的镀锌铁丝组成的铠装保护层。这条电报线一直用了许多年。

在这以后世界许多国家都进行了海底电缆的敷设工作,但这其中最著名的一条要算是横跨大西洋的海底电缆了。这条电缆之所以闻名于世,不仅因为他跨越了前所未有的长度,而且因为它曲折的经历。这条海缆的主要倡导者是美国人赛

勒斯。在他的鼓动下,第一条横跨大西洋的海缆由“阿加梅农”号海轮负载着于 1857 年 8 月从爱尔兰的西海岸出发开始了敷设,但很不幸十天以后海缆在 1200 英尺深的水下崩断了,这一次敷设行动就这样失败了。

第二年,赛勒斯又开始了他的敷设计划,这一次他改变了策略,由“阿加梅农”号和另一艘海轮“尼加拉”号从大西洋的中部开始同时向两边敷设。但这一次的命运也并不比上一次好,当“阿加梅农”号敷设了 230 公里后,海缆又一次被拉断了。赛勒斯是个意志坚强的人,两次失败并没有使他灰心丧气。这一年的早些时候,在改进了海缆的制作工作后,两艘海轮载着海缆又一次扬帆出海了。1858 年 8 月 5 日,一条从爱尔兰到纽芬兰,总长度为 3240 公里的海底电缆终于敷设成功。当天的凌晨 2 点四十五分,第一份海缆电报横越了大西洋。这一消息立即在美国和英国引起了轰动,甚至英国的维多利亚女王也通过海缆向美国总统发去了贺电。但命运似乎在故意捉弄赛勒斯,这条海缆只传输了 3400 多份电报,就在敷设成功一个月后发生了故障,通信全部中断。后来调查发现事故是一个报务员造成的,他错误地加大了电压,击穿了海缆的绝缘体,海缆全部报废了。

1861 年至 1865 年,美国爆发了南北战争,迫使赛勒斯中断了他再次敷设的计划。战争结束后,赛勒斯又一次开始工作了,这时他已经因前几次敷设工作的失败耗费了大量资金而濒于破产了,但他仍然对自己的计划充满了信心。通过募集来的资金他又建造了一条更为先进的海缆。1865 年 7 月 23 日,“东方巨轮”号大海轮载着海缆开始了第四次敷设工作,在眼

看着就要敷设成功的时候,海缆再一次因为意外事故而拉断,这一次敷设又以失败告终。人们以为赛勒斯再也经受不住这种打击了,可是一年之后,“东方巨龙”号载着海缆再一次昂首挺胸地驶入了大西洋。这一次没有辜负赛勒斯的期望,一条成功的海底电缆终于将大西洋两岸连接在了一起。赛勒斯倾尽全部资产并为之奋斗了十年的梦想终于变成了现实。

赛勒斯的经历又一次印证了马克思那句伟大的名言:“在科学上是没有平坦的大道可走的,只有沿着陡峭的山路不断攀登的人,才能到达光辉的顶点。”

5. 从印码电报机到印字电报机

在莫尔斯发明电报以后的几十年里,不仅电报线路越架越多,而且电报机本身也在不断地得到改进。

莫尔斯的电报机作为第一代产品还有很多不完善的地方,最主要的问题收发报的速率太低。莫尔斯的电报机属于印码电报机,发报时需要先将电文译成电码,收据时又需将电码译成电文,这两道工序占用了报务员许多时间和精力,不仅速度慢,而且也容易出错。

1854年美国人毫斯发明了印字电报机,这种电报机是由键盘发报的,它的键盘就象钢琴上的键盘,每个键上都刻有字母,发报时不再需要将电文转换成电码,只要直接按下键盘,相应的字母就被发送出去。接收时也不再需要进行电码和电文的转换,接收机上有印字轮,印字轮直接把发过来的字母印在电报纸上。

1867年英国人韦斯登又发明了自动电报机,这种发报机

在拍发电报前,先用凿孔机将电文“写”在油条纸上,具体做法是在油条纸上凿出特定的孔以表示莫尔斯电码的“点”与“划”。发报时把油条纸压在发报机上,机器会自动带动油条纸向前滚动,发报机能将油条纸上的小孔一个个辨认出来,并转换成电信号发送出去。接收时则利用波纹记录仪进行记录,然后对记录结果进行识别,最后将所传递的字母打印出来。这种自动电报机不必再用手将字母一个一个地键入,所以速度提高了许多,通信效率可比人工电报机提高 5 倍以上。

二十世纪初,又出现了电传机,电传机结构更精巧,操作更简单,效率也更高。

早期的电报机,一条线路只能发送一路电报,甚至电报的往返也不能同时进行。增大通信量只能靠多架线路来完成,这是很不经济的。1874 年俄国工程师波多发明了多路电报机,一路电报线可以同时拍发多路电报了。在电话发明以后,科学家在电话线两端加上幻象变压器后,在电话线上就可以同时进行电报和电话通信了。但在一线多路电报上最有力的发明是载波电报机,它是把电报的直流电信号经过音频调制后,在电话线路中传输,接收时再经过滤波、放大和解调,把音频信号还原回直流电报信号,并送到收报印字机。这种载波电报在一路电话线路上可以传递十七路电报信号。

6. 中文译码机

现在拍发电报都采用电传机,这和莫尔斯时代的电报机相比已经有了很大的进步。但对于拍发中文电报仍然很不方便,原因是电传机只能拍发字母和数字,不能拍发汉字。要拍

发中文电报就要用“四位数码”代替汉字,我们知道四位数组组合,最多有 10000 种可能,如果用一个四位数代表一个汉字的话,那么绝大多数常用汉字都能用“四位数码”表示出来。这样收发中文电报时又需要两次译码,即发报时先将汉字译成“四位数码”,再将“四位数码”发出去;接收时收到的也是“四位数码”,还要再将“四位数码”译成汉字才能知道电报的内容,整个过程十分复杂。

1969 年第一台中文译码机问世了,这种译码机使第二次译码即从“四位数码”到汉字的过程自动化了。

中文译码机分成五个部分:输入设备、字形存贮器、时间电路、扫查器和输出设备。

具体工作过程是这样的:电传机以凿孔纸带的形式接收下来发端传过来的电码,输入设备上的光电转换器对纸带上的电码进行识别,然后转换成电信号,译码电路再将电码译成相应的数字、字母或符号。字形存贮器上密布着成千上万颗芝麻粒大小的磁芯,磁芯上存贮着一万个汉字,二十六个英文字母和十个阿拉伯数字及以常用的标点符号的字形。时间电路起着调度的作用,它先通知译码电路将电码译成相应的数字或字母,然后通知有关电路区分哪些该译成汉字,哪些不该,最后把应该译成汉字的四位数码所对应的汉字从字形存贮器中找出来并做上标记。当字形存贮器找到相应汉字后就通知扫查器开始工作,对字形存贮器从头到尾进行一次全面扫查,查找出哪些字形被做了标记。输出设备则把扫查器查出的字形打印在电报纸上。

中文译码机的速度可达每分钟两千八百多字,与人工译

码相比提高了七十多倍,差错率在十万分之一以下。

目前,发报端的中文译码设备也正在研制过程中。

传真机

1. 传真机的历史

电报机只能对文字进行传递,当我们要传递语言无法描写清的图纸相片或传递亲笔手迹时,电报机就无能为力了。这时候另一种通信设备就可以大显身手了,它就是传真机。

平时我们常在报纸上看到诸如“新华社传真照片”之类的文字,这表明照片是新华社驻外国或外地的记者在照好后,利用传真机发回来的。如果没有传真机只靠邮政运输的话,快则三五天,慢则半个月,那时候再刊载在报纸上新闻早就成了“旧闻”了。

传真机的历史并不亚于电报机,早在 1843 年,也就是莫尔斯的第一条电报线路还没有架好的年代,苏格兰电气工程师亚历山大·贝恩就发明了第一部传真机。贝恩的传真机是利用电磁激励摆锤进行扫描,摆锤顶端装有电刷,通过摆锤往返摆动,扫描出用金属写在发报台上的文字,接收时则使金属电刷在浸有淀粉溶液的纸上扫描,通过化学反应产生有色的记录。1848 年贝克韦尔进一步发展了贝恩的传真技术,他最突出的贡献就是发明了滚桶扫描技术,这一技术直到今天仍在应用。1857 年法国人凯斯利在巴黎至里昂、巴黎至马赛之间进行了传真通信实验,实验的内容是相片的传送。

在这以后的半个多世纪的时间里,传真技术一直没有什么大的进展,原因是一些关键器件,比如光电转换器件、信号放大器件等尚未具备或很不完善。直到三极管、光电管、辉光管等被研制出来以后,传真机才真正走出了实验室,进入了实用阶段。1925年,美国电报电话公司的贝尔实验室采用真空管技术和光电管技术研制出了实用型的传真机,并且在第二年开办了横跨美洲大陆的有线相片传真业务。

图 8—30 传真机原理

贝尔实验室的传真机原理是这样的:发送端将发送的图像卷在传真机的滚筒上,滚筒一面旋转一面横向移动,光点在图像上逐行来回扫描,并覆盖整个画面,这样图像就被分解成了若干个连续的小点。光点照射在图像深浅不同的部位反射强弱不同的光,反射光被光电管接收并转换成强弱不同的电信号,再经调制和放大发送到传输线路上。接收端则起着合成图像的作用。输入的电信号经放大、解调后,加在辉光管上,再转换成强弱不同的光点。接收机上也有一个滚筒,滚筒的旋转与移动与发送端的同步。该筒上装有感光记录纸,辉光管转换的光点照射在感光纸上,由于滚桶做同步的旋转和移动,所

以记录纸被逐点逐行感光,并形成一個与发送图像相似的传真图像。

传真机的作用在第二次世界大战中充分显示出来了。报社新闻社争相采用传真技术传递新闻照片,后方人民因此能够及时看到前方将士战斗的情况。所以,二次大战之后传真技术进入了一个更加迅猛发展的时代。

2. 传真机的应用

传真机通俗地说就是“远程复印”。目前传真机的发展趋势是:传递速度越来越快,传递的图像越来越清晰,操作方式越来越简单,设备体积越来越小巧。

传真机可以分成下面几类:

(1) 真迹传真机

真迹传真机多用于传送文件、资料、图表和真迹电报等。它只有黑白两种颜色,一般办公用传真机都属于这一类。真迹传真机有单路和多路之分,单路真迹传真机只占用一个电话话路,它的缺点是传输速度较慢。多路传真机虽然传送速度得到了提高,但信号占用频带又较宽,如 12 路真迹传真机要占用 12 个电话话路,60 路真迹传真机则要占用 60 个话路。总之它们各有优缺点,具体使用哪种应当根据实际需要决定。

(2) 相片传真机

相片传真是目前国内,国际通信中广泛使用的一种静止图像通信手段。例如报纸上的“传真照片”就是利用相片传真机进行远距离传送的。相片传真机除了传送“黑”、“白”信号之外,还能传送“深灰”、“中灰”、“浅灰”等多种色调,使相片表现

出深浅层次来。相片传真与真迹传真还有一些不同的地方：相片传真的扫描密度更高，传送图像的清晰度也就更高；相片传真一般要用专用的传真相纸接收，采用湿法显影，接收完毕要到暗室里冲洗后才能得到所接收的图像。真迹传真则直接在普通或专用纸上记录接收、显示。因此相片传真要比真迹传真费时、费事。现在已经有公司研制出了更高级的彩色相片复印机，它传递的图像将更清晰、准确。

(3) 报纸传真机

报纸传真机是一种大型、高速的传真机，它把原版报纸从一个地方传送到另一个地方，然后在当地制版、印刷、发行。一份六版的《人民日报》，采用 60 路报纸传真机约半个小时就可传送到边远城市，使那里订户可以看到当天的《人民日报》。

总之，传真技术仍然有很大的发展潜力，随着现代通信的发展，它在我们生活中的作用会越来越重要。

电话的发明

1. 早期的探索

电报发明以后，自然有许多人想到，能不能用电流传递声音呢？但在技术上这比传递电报信号要困难得多。传递电报基本上是一个电的过程，发送和接收的都是电码，也就是长短不同的电脉冲；而传递声音则需要声电转换和电声转换过程，发送时先要将声音转换成连续的电信号，接收时还要再将电信号还原为声音。

最早进行用电传声实验的是法国科学家布素尔。1854年巴黎博览会期间,布素尔用一根导线将远在两地的两块容易颤动的薄板连接起来,并通以电流。这时,他在一块薄板的近侧发声,便声浪振动薄板,薄板的振动又使导线上的电流断断续续地传到远处的另一块薄板上,这块薄板就会得到同样的振动而发声。它的实验虽没有完全成功,却起了很大的示范作用,他的实验向我们揭示了电用传声的基本原理。声音的本质是空气的振动,用电传声就是要把这种空气的振动转变成电流或电压的变化,再通过电线传送出去,接收时再把电流或电压的变化转变回和发送时同样的空气的振动,发出声音。

1860年,德国科学家李斯仿照人耳的结构成功地制作了一套送话装置,并且用它发送了一段音乐。这套送话装置在美国纽约展出时,引起了人们的极大关注。李斯教授把他的装置命名为 Telephone,英语中电话一词由此而来。

李斯的这套最原始的电话机由送话器和受话器组成。在送话器的底部装有一块膜片和一个可调整的金属接点。当有人对着传声筒讲话时,膜片就随着声音的起伏而振动,它和金属接点一会接通一会儿断开,这样电路中就产生了一种间歇电流。

受话器是在木制音箱上装上一个电磁线圈,线圈内放一根钢针。当受话器接入电路后,送话器上产生的间歇电流,使受话器上的电磁线圈不断磁化,线圈内的钢针也就随着说话人的声音的高低而振动,加上音箱的共鸣就会发出的微弱的语音。但这种电话机还很不完善,由于送话器产生的电流是不连续的,所以传过来的声音也就断断续续,听不清楚,尽管如

此,李斯的尝试仍然是电话发明史上跨出的重要一步,为后来的发展打下了坚实的基础。今天,我们在莱茵河畔的法兰克福市仍可以看到一座为表彰李斯对于电话发明所做出的杰出贡献而建立的纪念碑。

在李斯之后,电学领域涌现出了两个杰出的发明家,他们一个叫亚历山大·格雷厄姆·贝尔,另一个叫伊利沙·格雷。这两个生活在同一时代的发明家并不相识,他们各自独立地发明了电话机,并为发明权的归属问题打了十几年的官司。

2. 贝尔的故事

贝尔 1847 年出生在英国北部城市爱丁堡。他的祖父和父亲都从事聋哑儿童的教育工作,所以对声学很有研究。受他们的影响,贝尔从小就迷恋上了语音学。贝尔 23 岁那一年,全家移居到了加拿大,以后又移居到美国马萨诸塞州的波士顿定居。在这里贝尔继承了父业,在波士顿大学里担任语言生理学教授,继续从事对聋哑人的教育工作。后来他和父亲一起开设了一所聋哑学校,在学校里那些聋哑儿童有耳朵却听不见声音,这使善良的贝尔感到很难过,于是他产生了发明一种仪器的念头,他希望这种仪器能使聋哑人“看”到别人在说什么。

贝尔的设想并没有取得成功,可是他在实验却发现了其它一些东西。他在多次实验中发现了一个有趣的现象。当开启或关断铜线圈中的电流时,线圈由于振动就会发出声音。这是一个非常普通的现象,许多人在实验中都曾经遇到过,但谁也没有对它做进一步的思考,只有贝尔敏锐地感觉到了它的价值。一个大胆的想法在贝尔头脑中产生:“电流可以使线圈

振动而发出生声音,那么能否利用电流来传递人说话的声音呢?”尽管这个念头只是一闪而过,但贝尔却把它牢牢抓住了,再也没有放走它。

于是贝尔改变了研究方向,开始进行电话的实验。开始时,实验并不顺利,尽管贝尔反复改进他的装置,却仍然一无所获。这是因为贝尔只是个语音学教师,虽然他有着丰富的声学知识,对电磁学却所知甚少。这时候,一些讽刺、挖苦的议论也出来了,一位有名的电报技师就曾用嘲笑的口吻对贝尔说:“阁下真是异想开天,电线怎么能传递声音呢?只要稍微懂点电学常识,就不会有这种呆想法,我看你还是先学点电学知识吧。”

就在贝尔感到最困难并且自己都有些动摇的时候,一位电学大师给予了他热情的鼓励和坚定的支持,贝尔才得以沿着自己的发明道路继续走下去。这个人就是约瑟夫·亨利,高频电磁振荡现象的发现者。1875年3月的一天,贝尔带着他的设想来到华盛顿,登门拜访了大名鼎鼎的亨利。贝尔向亨利介绍了自己的想法,亨利听过后很为这个年轻人的热情所感动,他鼓励地说:“贝尔先生,你有了一个伟大的设想,干吧!”贝尔又问:“可是先生,我缺乏电学知识,机械知识也不很精通。”“学吧!”亨利教授拿出李斯的电话机模型给贝尔看,鼓励贝尔去发明出一个更完善的电话机来。

“干吧!”“学吧!”这两个字给了贝尔巨大的力量和坚定的信心。贝尔后来回忆说:“如果没有亨利先生的鼓励,我恐怕早已坚持不下去了。”由此我们可以看出亨利这位伟大学者的高尚品德,他不因贝尔只是一个对电磁学缺乏了解的年轻人,就

认为他的想法荒唐可笑,而是给予了充分的肯定和支持。如果亨利对贝尔的想法不加思索地加以否定,那么世界通信史就不会是现在这个样子了。实际上,世界上曾有许多有才华的青年,就是因为没有遇到象亨利这样的名师的指点,因而没能充分展现他们的才能,最终湮没在了芸芸众生之中。

贝尔满怀信心地回到了波士顿,他找来了一位名叫托马斯·沃森的青年电学技师来做他的助手。两个人一边学习,一边实验,又开始了电话机的研究工作。两个人在两间简陋的小屋里,一边画草图,一边制作样机,每天都不停地干到很晚。几个月过去了,他不知试过了多少种方案,效果仍然不理想。1875年6月的一天,一次偶然的事情为他们打开了胜利之门,事情是这样的:这一天他们分别在两个屋子里进行实验,沃森那间屋子的机器上一根弹簧突然被粘在了磁铁上,沃森过去把弹簧拉开,这时贝尔发现另一间屋子的机器上的弹簧也跟着振动起来,并发出了声音。这个偶然事件象流星划破夜空一样,一下子照亮了贝尔困惑多时的头脑,他产生了一个新的构想:如果对着铁片说话,声音就会引起铁片的振动。在铁片后面放上绕有那里线的磁铁,铁片振动时就会在导线中产生时大时小的电流。这个振动电流顺着导线传到另一端,会使一块磁铁同样振动起来,并发出声音来,这样,一方的话音就可以传到另一方去了。贝尔将他的想法告诉了助手沃森,于是两个人开始制作起新的电话装置来。

1876年3月10日,是具有纪念意义的一天。这一天,贝尔和沃森象往常一样,早早地来到实验室,进行他们新的一天的工作。他们刚刚把线路接好,贝尔一不小心,浸泡设备的硫

酸溅到了腿上，他痛得忍不住大叫起来：“沃森，快来帮我！”另一个房间中的沃森竟从电话中听到了贝尔的喊声，他简直不敢相信自己的耳朵，急忙跑过来向贝尔报告了这一情况。贝尔忘记了腿上的疼痛，亲自跑到另一个房间去试听，果然听到了沃森发出的声音。贝尔万分激动，他们终于获得了成功，成功来的是那么的突然，又是那么的必然，坚持不懈的努力终于获得了回报。一时间，所有的苦恼、所有的艰辛、所有的痛苦在这巨大的喜悦面前都显得那么微不足道了。“沃森，快来帮我！”就是这句求助声成了人类利用电话所传递的第一句话。贝尔在给母亲母亲的信中写道：“对于我来说，这是一个重大的日子，……朋友们各自留在家中，不用出门也能互相交谈的日子就要到来了。”

1876年5月，美国在费城举办纪念独立一百周年博览会。贝尔把他刚刚发明出来的电话机带到了博览会上。开始人们并没有注意到这个不起眼的小东西，直到博览会的最后一天，巴西国王彼德罗应邀前来参观，国王对贝尔的发明很好奇，就拿起听筒放在耳朵上，“国王陛下，欢迎您来参观。”当他从听筒里听到声音后不禁大声惊呼：“啊！我的上帝，它说话了！”国王的喊声一下子惊动了整个博览会上的人们，电话机成了人们关注的中心。经过专家们的鉴定，电话机成了这届博览会最重要的成果。博览会的评委之一威廉·汤普森爵士写道：“……有了这种设计精巧、功效显著的装置，我们完全可以满怀信心地期待着贝尔先生将给我们带来传送话音的方法，可以将欢声笑语尽情地通过导线送入数英里之外的千百只耳朵里。”

通过这届博览会,贝尔和他的电话机一下子名声大噪,但仍有很多人对电话机存有偏见和疑虑,以为电话只不过是和儿童玩具差不多的东西。电报公司害怕电话机的出现会影响电报的地位,对贝尔的发明也竭力抵毁。面对种种非难,贝尔毫不气馁,他心里只有一个想法:让事实来说话。为了推广他的发明,贝尔在美国各大州以及世界各地奔走宣传,巡回表演。甚至新婚的蜜月旅行期间也不忘带上他的发明去给英国女王演示。在他不遗余力的努力下,人们终于逐渐认识到了他的发明的巨大作用。到了1878年,贝尔在波士顿与纽约之间架设了世界上第一条320公里长的长途电话线,电话开始进入千家万户,为大众民众所服务。1880年,贝尔电话公司成立了,电话事业得到了更加迅猛的发展,到1910年,仅在美国电话机数量就已经超过了七百万部。在世界各地,我们到处都可以听到电话铃声。正如贝尔自己所说,电话是“永不间断的歌声。”

贝尔因为他的杰出贡献和高尚的品格,得到了全世界人们的敬仰。1922年8月2日,七十五岁的贝尔去逝了,在为贝尔举行葬礼期间,全美国二千万部电话全部沉默了,人们以此来表示对这位伟大发明家的哀悼和怀念。直到今天,在波士顿司法大街109号当年贝尔发明电话的房间门口,还钉着一块铜牌,上面写着:“一八七五年六月二日,电话在此诞生。”

3. 贝尔电话机的原理

贝尔电话机的原理到底是什么呢?为了能说明清楚,我们先来谈一谈声音是怎么回事。我们可以说是生活在一个声音

的世界里,无时无刻,无处无地不存在着声音。弹奏乐器可以发声,机器发动可以发声,物体碰撞也可以发声,为什么呢?因为他们有一个共同的特性——振动。如果我们用手去摸正在发声的物体,比如刚刚敲过的铜锣或正在响着的电铃,我们就会感觉到它的振动。可见声音是物体振动产生的。声音又是怎样传播的呢?是靠空气作为媒价。当物体振动时会不断推动周围空气运动,也就是说物体把振动传递给了周围空气,于是这种振动就在空气中传播开去,就象在平静的湖面上投进一粒石子,水波就会以石子的落水点为中心向四周湖面传播开去一样。当空气的振动传到我们耳朵里时,耳内的鼓膜也随着振动起来,周围的神经感受到这种振动并把它传到神经中枢,于是我们就听到了声音。

图 8—31 送话器示意图

我们为什么不能直接利用声音进行通信呢?因为声音在空气中传播损耗很大,不能传播很远的距离。我们有体会,当

说话人距离较远时,他的声音模糊不清了。

现在我们来看一看贝尔电话机是怎么工作的,贝尔的电话机可以分成两部分,送话器和受话器。

图 8—32 贝尔电话机示意图

送话器上面盖有一片薄薄的有弹性的金属膜片,膜片下面是装有导电粒子的金属盒,金属盒并不直接与导电粒子接触,而是通过中间的导电粒子才能接通。导电粒子有一个特性,当它们之间接触紧密时,它的导电能力就增强对电流的阻力就小,当他们之间的接触比较松时,导电能力就减弱,对电流的阻力增大。我们对着送话器说话时,声波产生的压力使金属膜片产生振动,膜片下面的导电粒子也就随着膜片的振动时紧时松,它所呈现的电阻也就时小时大。如果在送话器两端加上恒定电压,根据欧姆定律 $I = \frac{V}{R}$, I 是电路中电流, R 是电阻, V 是电压,那么流过导线的电流就会随着导电粒子电阻的变化而变化,也就是随着膜片的振动而变化,从根本上说,就是随着我们人说话声音的强弱声调的高低而变化。这种电流

的变化就可以通过导线传递到远方了。

受话器内部也有一个金属膜片,安置在一块马蹄形电磁铁上,当送话器产生的振动电流沿导线传递过来后,它要流过电磁铁上的感应线圈,变化的电流就会使电磁铁产生变化的磁场。由于受到电磁铁变化的吸力,金属膜片便产生和电流振荡频率相同的振动,并激起周围空气振动,因而还原出说话人的声音。

4. 倒霉的格雷

伊利沙·格雷是美国西屋电气公司的工程师,他和贝尔一样,一直站在电话发明这场角逐的前沿,但是他却没有贝尔那么幸运。

1876年2月14日,格雷来到美国专利局,申请电话的发明专利。但是他很不走运,就在几小时之前,贝尔已经来到这里,并且申请了电话专利。就是这几小时,使格雷与电话发明者的巨大荣誉失之交臂。此后,为了电话的发明权,格雷与贝尔打了十几年的官司。这场科技发明史上著名的纠纷最终以贝尔的胜利而告终。尽管如此,我们仍然要对格雷表示敬意,格雷与贝尔的电话上的研究是彼此独立的而且他们的研究成果也有很大的不同,如果把发明电话的荣誉全部加到贝尔头上显然是很不公平的,格雷在电话发明史上也就应占有一席之地。

格雷的电话机是一种液体电话机,他的电话机受李斯的影响很大,他的结构是这样的:在送话器底部装有一个金属膜片,膜片上连着一根金属棍,棍的下端伸进了一个装有酸性溶液的容器中,受话器象个烧瓶,瓶底的振动膜片下面装有一块

电磁铁。当送话器和受话器串入电路后,只要对着送话器说话,装在送话筒底部的膜片便随着声音的起伏而振动,它使得连接在它上面的金属棍在酸性溶液中的位置不断地变化,这就改变了电路中的电阻,电阻的改变使电路中的电流强度也随之改变。格雷的受话器与贝尔的基本相同,也是通过电流的变化使电磁铁的磁化强度发生变化,金属膜片因而不断振动并发出声音。

图 8—33 格雷电话示意图

5. 电话的改进

贝尔发明的原始电话机,技术还非常粗糙,听筒里传来的话音很不清楚。因此,这种电话机很快就得到了改进。

首先是大发明家爱迪生和休斯改进了导电粒子的成份,他们采用的是从无烟煤中提取的碳精粉。碳精粉是导体又

具有良好的弹性,很适合用来做导电粒子,采用了这种新材料碳精粉后,电流对声音的变化就更加敏感了,因此,用电话交谈时语音也就清晰了许多。

语音变成电信号后,由电信号来传播,电信号经常长距离传送会不断地损失能量。当传送距离较长时,受话器收到的电信号已经相当微弱,所以,由此微弱的信号转变的声音就模糊不清,怎么办呢?很明显,要设法减少电路中信号的衰减。人们在早期采用的办法是给电路增加电感。加电感的想法最早是在 1887 年由英国人奥利弗·亥维赛提出的,在此之前,人们一直认为加电感会影响信号的传输效果,但亥维赛不拘泥于传统的观点,大胆创新,这种精神是难能可贵的。纵观科学发展史,许多伟大成就都是对那些似是而非而人们又习以为常并被奉为金科玉律的陈旧观念的反叛而取得的。

亥维赛建议的实践者美国科学家普平,他在电话电路上每隔大约一公里串接一个加感线圈,这样经过无数次“加感”,电信号的衰减明显减少了。而且,电缆也可以做得细一点了。

1906 年美国入德·福雷斯特发明了真空三极管,三极管的作用就是将电信号进行放大,因此也就找到了一种更好的解决线路中信号衰减问题的办法—在线路中安放电话增音机。因为“加感”是有副作用的,信号经过“加感”电路时,频带的边缘会发生变化,结果是语音变得失真,所以,增音机的出现使得这种现象得到一些改善。

早期的电话机属于磁石式电话机,主要由送话器、受话器、手摇发电机、电铃、干电池等几部分构成。

通话的电源是由自备的干电池提供,而振铃电源则由手

摇发电机提供。我们在许多古老电影中都看到过这样的镜头。在打电话时,先取下话机,然后用力摇动手柄,之后再行通话,这就是用手摇发电机摇响受话方向的振铃。因为这种手摇发电机上有两块永久磁铁,所以把它称作磁石式电话机,这种电话机由于不需要外接电源,所以在那些没有交流电的偏远地区,或者军事上用途还是很大的。

后来,美国科学家安德斯设计了一种新的电话机,这种电话机不用自带电池,也没有手摇发电机,所用电源由电话局统一供给,我们称这种电话机为共电式电话机。共电式电话机和磁石式电话机相比,结构简单,成本也相对降低。

电话机发展到今天,经历了几代人的不断更新和完善,无论在其性能上,在其结构,以及其外型都发生了很大变化,几乎不能再找到“始祖电话机”的影子啦。

6. 电话交换技术

贝尔时代的电话,都是单线联系,一部电话只能和另一部与它相连的话机通话,两部电话之间必须有一条线,而如果需要和另一部话机通话,就必须再架一条电话线,这样要达到众多的电话机都能互相通话的目的就要架无数条电话线,这显然是不经济的,任何的不合常理的事都会成为科学技术发展的动力,由此而产生的两项技术很好地解决了这一问题,一个是交换技术,另一个是载波电话技术。

很早的时候,有人就提出了中央电话局的设想。中央电话局设有电话交换台,每个用户要求通话后,都要先呼叫中央电话局,由那里的交换台把你的电话和你要呼叫的电话接通。这

样做有什么好处呢？我们做一比较，假设有 4 个用户，如果要做到每两个用户都能互相通话，就需要有 6 对线，如上图 A。假设我们有中央交换台，只须有 4 对电话线就能保证任意两个用户都能互相通话，而且用户越多，这种方式的优势就越明显，由简单的数学计算就可以得知，假设有 100 个用户，采用图 A 方式，需架设 4950 对电话线，采用图 B 方式，则只需要 100 对电话线就可以了。

图 A 图 B
图 8—34 交换技术示意图

早期的交换台都是人工操作进行交换的，当用户打电话时，他只要从电话座上拿下话筒，交换台上代表它的电话机的小灯就会亮起来，交换台上有许多塞绳，这些塞绳两头有一个插塞，这时候线员会把塞绳的一端插在和用户和电话相连的塞孔中，然后扳下关，使塞绳与接线员头上戴的受话器接通，用户就可以和接线员通话了。用户把其所要接通的用户的电话号码告诉接线员后，接线员就把塞绳另一端插在用户所要呼叫的电话机的塞孔中，并扳下振铃键，被呼叫的一方听到振铃后，拿起话机，双方就可以通话了。

随着电话用户的增多,用户分布范围的增大,一个中央电话局就远远不够了,于是电话局就开设了许多分局,各分局由局间中继线相连,不同分局之间的通话,就需要接线员先将电话接到另一个分局去,然后再由该分局的接线员将电话接通,所以,用户越多,接线员的工作就越繁忙。而且,中间环节越多,接线出错的可能性就越大,而接通每个用户所需要的时间就越多,为让每一个用户在拿起话机时就能很快地和接线员通话,就必须增加接线员的人数,使电话局成为一个庞大的系统,因此,用户增加,人工接线就无法更好地满足社会的需要,在这种情况下,自动交换机就诞生了。

图 8—35 电话网络

第一台自动交换机诞生于 1889 年,它的发明者美国的史瑞乔是一位专门承办丧葬生意的商人,电话接线员常常有意或无意地把他的生意电话接到他的竞争对手那里,使他蒙受损失。为此,他决心发明一种不再需要接线员的自动电话交换

设备,最后他取得了成功,并取得了专利,他在交换机上的收益也远远超过了他原来的丧葬的生意。

史瑞乔的交换机属于步进式交换机,当用户拨号时,靠交换机上磁铁的作用,交换机上类似于人工交换的塞绳的弧刷跟着上升或旋转,因为用户每拨一下号,交换机就跟着动作一下,所以称之“步进式”交换机。

步进式交换机电路简单,易于维修,成本也低,但使用中,机键很容易磨损,易发生故障,通话质量也不高。

第二代自动交换机是纵横制交换机,它是在1919年由两个瑞典工程师贝塔兰德和尔姆格伦发明的,纵横制交换机和步进式交换机相比,有着更先进的性能,容量更大,速度更快,差错率更低,1926年,世界上第一个纵横制电话局投入运行,这个局拥有多达3500个用户。

纵横制交换机与步进式交换机在工作原理上有所不同,它并不像步进式那样,用户每拨一次号,交换机就跟着进行一个寻找,而是先将用户所拨的号码记录下来,用户拨完号码之后,再根据记录进行查找。另外,纵横制交换机的接线采用推压接触,比步进式的滑动接触更为可靠,机械磨损和噪声也减小了。

1946年,在美国宾夕法尼亚大学,一个庞然大物诞生了,它的出现就象给科学发展注入了一剂催化剂一样,其影响很快就遍及了科学技术的各个领域。它就是电子计算机。

电子计算机很快也实际应用到了通信领域,1960年利用计算机控制的第一台程控交换机被研制出来,它采用无接点的电子元件代替机电交换机的金属接点,因此更为可靠。大量

电子器件被采用,使程控交换机具有体积小,速度快的优良性能,现在,它已逐步取代了机电交换机而成为电话交换领域中的主导力量。

7. 载波电话

有了电话交换技术并不能解决全部问题。交换技术只是减少了架设电线的数量,并不能使一条传输线同时进行多路通话。要增加话路就要增加中继线路,这是一个费时、费事、费钱的办法。1908年,载波电话机的出现使这一问题迎刃而解了。

最初的载波线路只能同时传递几路电话,后来,采用同轴电缆做为传输线,又由于晶体管的问世,制造出了高性能的载波设备,所以载波技术有了很大的发展。目前已有超过一万路的载波电话系统投入了实际使用。

为什么要用载波技术呢?我们知道,人们说话发出声音的频率在几十赫兹到一万赫兹之间,送话器在发声时会把它转变为同样频率的音频电信号。当许多人同时利用一条线路通话时,这些频率近似的音频电流就会在传输线中互相混杂,叠加在一起,接收时也无法将它们分开,互相影响的结果是谁也听不清楚。

解决这个问题的办法就是载波技术。所谓载波,就是将频率较低的音频信号复加到高频电流上去。为了解释清楚载波的问题,我们来举一个形象的例子,我们把一条传输线路比做是一条公路,在这公路上行驶的各种车辆就相当于所要传输的各种信息。如果公路上车辆很多而又杂乱无章,没有一定的

顺序,必须会造成交通堵塞。怎么办呢?为了保证交通畅通,我们可以采取两种措施,第一,加宽路面,以便更多的车辆能快速通过;第二,在路面上划分出车道,为快车道,次快车道,慢车道等,规定每一车道内只能行驶某一确定种类车辆。

载波技术的原理类似于上述的两条措施。首先是把音频信号调制到高频电流上去,这就相当于加宽了路面,因为高频信号的频带宽度要比音频信号宽得多,其次,不同语路的音频信号要调制在不同频段的高频电流上去,这就相当于给公路划分车道。这样,各路信号分处不同频段,虽然它们同在一条线路上进行传输,但并不互相干扰。在接收时,可以用滤波器将各载波分开来,再经解调器解调,把音频信号从高频电流中取出来,最后由受话器还原成声音。

载波技术的出现是通信领域的一项非常重要的进展。现在无论是有线通信、无线通信,还是光通信,尽管通信手段已经多种多样,但都离不开载波技术,可以说,没有载波技术,就没有通信的今天。

8. 电话电族新成员

随着科学技术的发展,出现了各种各样的不同功能的新型电话机。

录音电话和录号电话

当你的朋友有急事要告诉你,但你又恰好不在,这时如果有别人在场,接了电话,并把你朋友的话转达给你,这当然很好。但如果在电话机旁没有人该怎么办呢?有办法,只要有一部录音电话机就可以了,录音电话很简单,只需在电话机上加

一个录音机和一个控制电路就可以了,在你外出前,将录音机的按钮按下后,你在外面就可以安心做其它事情了。此时,有人打过电话来时,录音功能会自动启动,告诉来电话的人“主人不在家,请留言”这时对方只要把所要讲的内容对录音机说就行了,它会自动录音,对方挂机后,录音机也自动关闭。你外出归来,只要按下放音按钮,录音机就会放出你不在家期间别人打过来电话的内容。

还有种比录音电话机更简单的话机,便是录号电话机,录号电话机功能比录音电话机少,结构也相应简单,只能记录来话人的电话号码。

当有人给你打电话,你又不在于时,在振铃响过 15 秒后,你的录号电话机就会向来人发出一种特殊信号,这时他再将自己的电话号码重拨一遍,录号电话机就能把他的号码记录下来并存在存贮器中,当你回来时,按下某一按键,显示器就可以把存贮的电话号码显示出来。这种电话机可以连续存贮多个电话号码,以便你能及时和发话人联系。

(1) 电视电话和书写电话

一般电话机只能闻其声,不能见其人,怎样才能使电话机既是“顺风耳”又是“千里眼”呢? 电视电话满足了我们这一愿望。

电视电话都配有显示器和摄像机,显示器可以把对方的形象显示出来,而摄像机则把你的形象摄下来,通过传输线,在对方屏幕上显示出来。如果亲友间多年未见,利用电视电话,就可以达到虽远在天边却犹如近在咫尺的感觉。有了电视电话机,可传送的信息就更为丰富了。

在电视电话的基础上发展出了一种会议电话系统。不同地点参加会议的人不必聚集在一起,只要在各自的电视会议室便可以开会了。电视会议室也有显示屏幕和摄像系统。显示屏幕可以把其它地区参加会议者的影象和资料图表显示出来,摄像系统则把本地会议情况拍摄下来并传递出去,这种会议电话大大节省了参会者的时间和精力,也节省会议经费,更重要的是它能较快地召集起会议,交流信息,并把信息及时传递到各方。

电视电话尽管非常方便,但并未得到普及,原因之一就是成本较高,需要配置显示器和摄像机,原因之二是它占用的频带较宽,因为它既要传递声音又要传递图像,一部电视电话要占用上百个普通电话话路。

还有一种电话是书写电话,它相当于是电话机和书写传真机的组合。书写电话机有两个机箱,一个是书写机箱,一个是电话机箱。书写机箱配有特制的书写笔,用这种笔在书写纸上把在电话中讲不清楚的图文内容写下来,收话的书写机箱就会同时显示出你写的内容。这种电话机还有它一个特殊的用途,即供给不能听声音的聋哑人“通话”。也许它的这种特殊用途,使它在繁多的电话机市场中永远会有一席之地的。

(2) 投币电话和磁卡电话

我们在大街上经常可以看到的电话亭,一般都是投币式公用电话,这些电话机不用派专人值班管理,无论什么时候,只要把规定的硬币投入插孔,你便可以通话,显然,它给我们的生活带来了许多方便,也减轻了电信部门的管理负担。

现在的西方国家正在广为使用的一种更为先进的无人管

理的公用电话机——磁卡式公用电话机,只需购买一张磁卡,就可以多次通话、普通的投币式电话机有一些不方便的地方,比如,打电话的人常常因为身上没有带硬币而无法使用。另外,投币或电话机有一定的时候限制,投一次硬币只能打几分钟,要想继续打电话,必须不断地向插孔内投硬币,对于长时间通话的人显然十分不方便。

磁卡式电话机所用磁卡就象计算机的磁盘一样记录有通话的信息。将磁卡插入插孔后,电话机内的逻辑电路就会检查卡片上的通话信息,看一看还有多少通话时间,然后接通通话回路,允许用户进入通话状态。通话结束后,电话机从磁卡上自动消去这次通话所用时间,并把磁卡退还用户,如果通话期间,这张磁卡的时间即将用完,它会提前 10 秒钟发出催促音,告诉用户抓紧时间通话或更换新卡。

(3)无绳电话

无绳电话,顾名思义受话器手柄没有线绳和话机相连接,打电话时可拿着手柄远离话机,有效距离可达一百米。这种电话机,由于没有导线束缚,所以用起来很方便。

无绳电话实际上就是小型无线电发射机和话机的结合体,它和普通电话机的区别在于要通过安装在手柄上的发射机将信号发送给话机,然后才能进入市话网。

无绳电话发展到今天已经是第三代了,第一代无绳电话叫 CT-1,只能在家里或办公室特定的话机上使用。第二代产品叫做 CT-2,这个系统在室外公用场所设有专用的基站,持有无绳电话机的人可以在这些专用基站附近使用。CT-2 有一缺点,只能呼出不能呼入,也就是可以给别人打电

话,而不能让别人给自己打电话,需要配置一个无线寻呼机,才能双向通信。目前瑞典爱立信公司推出了新一代无绳电话机 CT-3,这个系统可以双向通话,但价格比较昂贵,还不适合推广普及。

九、无线通信

电磁波的发现

1. 麦克斯韦的伟大预言

我们前面已经介绍过了人们对电和磁的认识过程。1820年丹麦物理学家奥斯特发现通电的导体能使它附近的指南针发生偏转,由此他得出结论:在通电导体的周围存在着磁场,这个磁场对磁针产生一个作用力,使磁针发生偏转。奥斯特发现揭示了电和磁之间的内在联系,证明了电能够产生磁。1831年订书工出身的英国科学法拉第经过十年不断探索和反复实验,终于发现了科学发展史上具有重要意义的电磁感应定律,这个定律告诉我们:闭合导体在磁场中作切割磁力线的相对运动时可产生电流,也就是磁也可以产生电。

通过奥斯特和法拉第的发现,人们虽然认识到了电和磁存在着内在联系,但无法对这种关系作出准确的描述。这时候,科学史上的又一巨人克拉克·麦克斯韦出现了,他凭借其极高的数学修养成为电磁学领域的集大成者。麦克斯韦很小时就显示出了在数学方面的天赋,十四岁时他就利用一只笔一根线绘制了椭圆曲线,后来他来到了著名的剑桥大学学习,

在那里,他成长为一名出色的理论物理学家。1856年他开始致力于电磁学的研究,八年后也就是1865年,麦克斯韦首次提出了他的关于电磁场的理论。1873年他发表了划时代的巨著《电磁学研究》在这本书中,他提出了一组非常简洁精辟同时又非常完美的数学方程式,以表明电场和磁场的内在关系。这组方程式具有非常优美的对称形式,它的数字表述虽然很简明,但却具有丰富的内含,所有电磁学的成果都可以由它的推论得出。至今,这组方程式仍然常常被引为科学美的典范。

麦克斯韦方程不仅概括了电磁学上的所有成就,而且提出了一个全新的概念——电磁波。麦克斯韦因此可称为是无线电发展史上的第一功臣,他根据自己所作的数学分析指出:不仅电荷沿导线流动能产生磁场,而且接在交流电路中的电容器、虽然在它的两个极板间并无电荷动,但其周围同样存在磁场。也就是说,交变的电场能在其附近空间产生交变的磁场。另外他认为,交变的磁场也能在其附近空间产生交变的电场。这样,电场和磁场循环往复,能一直传播下去。因此,运动的电荷产生电磁辐射,形成逐渐向外传播的电磁波。

2. “幽灵”被抓住了

麦克斯韦的电磁波理论对当时的科学技术水平是大大超前了,所以很多人包括当时的一些著名学者都对他的理论表示了怀疑。实践是检验真理的唯一标准,麦克斯韦的理论也只有经过实践的验证才能证明它的正确与否。于是许多人投入了对电磁波实验验证工作中。当时柏林科学院甚至为此设立了巨额奖金。

这些探索者中最杰出的一位是德国年轻的物理学家路德福·赫兹。赫兹从1883年开始从事这一工作,最初实验是非常困难的,电磁波看不见摸不着,怎么样去产生,又怎么样去接收并用明显的方式表现出来呢?没有什么成熟的经验可以借鉴,一切都只能靠自己去钻研。开头几年赫兹没有获得什么大的进展。但他毫无气馁,仍然执着地进行这方面的探索。1887年,经过四年的艰苦实验,赫兹终于证明了电磁波的存在,游荡在物理学上空的这一“幽灵”终于被抓住了。

图 8—36 赫兹验证实验装置

这一年他成功地设计了一种电磁波发生装置,他的装置是这样的。

当电流通过变压器的初级线圈放电时,在次级线圈上感应出一个很高的电压,使接在次级线圈两端的两个铜球之间产生火花放电,电磁波由金属板向外辐射。在离金属板一定远处放置一个开口的环状导线,在环状导线的间隙处就会产生

火花。这火花是由于电磁波通过环状导线时引起感应电势而产生的。从而证明了电磁波的存在。

后来赫兹又进一步用实验证实了电磁波也象光一样有反射、折射、偏振等特性,并且和光具有同样的速度,这也给麦克斯韦提出的看法:光是电磁波的一种,提供了科学的证据。

我们前面介绍过水波和声波,我们知道波是由振动引起的。水分子的振动形成水波,空气分子的振动形成声波。同样,电子的振动产生了电磁波。

图 8—37 波形图

关于波有几个概念:波长、频率和速度。

相邻的两个波峰或两个波谷之间的距离叫波长,单位时间内形成波的分子(水分子,空气分子或电子等)振动的次数叫频率。而传播速度和波长、频率的关系是:

传播速度 = 波长 × 频率。

波分成横波和纵波。分子振动方向和波的传播方向垂直的叫横波,分子振动方向和波的传播方向一致的叫纵波。声波是纵波,而水波和电磁波则是横波。和水波声波不同的是,电磁波不需要传播媒介(水波的媒介是水,声波的媒介是空气),

电磁波在真空中也可以传播。实际上,电磁波本身就是一种物质,一种特殊的物质,我们看不见摸不着,却又实实在在地存在的物质。正因为如此,我们才能体会到麦克斯韦超人的智慧和赫兹的验证实验的艰巨性。

3. 电磁波的产生和发射

把石块投入水中激起水分子振动可以形成水波,物体的机械振动可以引起空气分子的振动而形成声波。那么怎么样引起电子的振动而产生电磁波呢?方法就是利用电磁振荡。

我们前面提到过一位在电磁学上很重要人物——美国科学家亨利,正是在他的鼓励下,贝尔才能坚持下来最终发明了电话。亨利本人在电磁学方面也取得了巨大的成就,1840年他首次发现了电磁振荡现象。他利用一个线圈和一个电容器组成了振荡电路,这个振荡电路可以产生振荡电流,并向外发射电磁波。

图 8—38 电磁振荡电路

亨利的发现对后来无线电的发明起了非常重要的作用。实际上,后来赫兹验证电磁波存在所采用的装置就是一个电

磁振荡电路,变压器就相当于线圈,而产生电火花的两个铜小球就相当于一个电容器。

振荡电路的原理我们就不再细讲,概括地说就是给电容器充电以后,电容器放电,线圈就充电,线圈放电电容器就充电。这样整个电路中,电容器中的电场能和线圈中的磁场能不断转换,电路中也就形成了振荡的电流。

图 8—39 电磁波发射天线

电磁振荡电路尽管能产生电磁波,但由于它是一个封闭的回路,发射到外界空间的电磁波非常少,所以赫兹在进行电磁波验证实验时,也只能在很近的距离才接收到微弱的电磁波,当接收装置与发射装置距离超过 3 米后,就无法接收到了。以至于当别人问及赫兹关于电磁波的应用前景时,他自己都很悲观。

怎样才能产生强大的电磁波并将其有效地发射出去呢?

有效的办法就是要把封闭的环路打开。

如图所示,如果我们把电容器的两块极板向外拉,最后到完全拉开,形成一个开放式的振荡电路,那么电容器两块极板间的电场分布范围就会大得多,因而振荡电流产生的电磁波就会辐射到整个空间。在实际应用中,发射电磁波的电容器是用金属导线代替的,如图示,它的下端带有几匝线圈并且接地,也就是我们通常所说的天线。在电影中,我们不是常常见到报话员所背的无线报话机上立有一根天线吗?就是这个道理。

无线电通信的开端

1. 大发现的前夜

无线电诞生的年代正是科学技术高速发展的年代。各门学科都在不断地出现一些神奇的新发现,尤其是在电学方面更是取得了史无前例的成就,发电机、电动机、电灯、电唱机、有线电报、有线电话,如此种种简直令人目不暇接。但这一切也仅仅是电学大发展的开端,通信史上又一宏伟的篇章——无线电通信已经由于赫兹的实验而拉开了序幕。

我们知道有线电报需要敷设传输电缆,当两地相距较远的时候,电缆还要穿山越岭,跨洋渡海,工程十分巨大,而且很难把电缆敷设到那些偏僻的、环境恶劣的地区。不仅如此,有线通信还有一个限制、它只能在固定的线路上使用,对于移动的物体,比如船舶、火车、汽车就不行了。

怎样才能丢掉电线这条尾巴呢？象许多发明、发现一样，这个课题也因为人们的需要而成为许多人研究的对象。这时候赫兹通过实验证明了电磁波的存在，电磁波能够跨越高山峻岭、大漠和海洋，不受阻挡地在空间传播。如果能让电磁波携带信息，在两地间传送，不就可以摆脱导线的限制了吗？许多有识之士都想到了这一点。

就在赫兹完成他的验证实验的第二年，他的一位朋友就在信中向他问起了电磁波在通信上的应用价值，赫兹当时尽管在电磁波方面做了开拓性的工作，但他对电磁波的了解也并不全面。另一方面作为一个理论物理学家，他对应用科学重要意义还缺乏足够的认识，所以对于朋友的建议他在回信中予以了否定。

赫兹的观点在以后数年间对电磁波的发展起了很大的影响。这期间，电磁波只被认为是物理学上的一个突破而对待，尽管许多大学都添置了赫兹的实验装置，但在人们眼里它只是一个物理实验，很少有人想到它的应用价值。但是真正有价值的东西不会被永远埋没的。十九世纪的最后几年，出现了一批敢想敢干的年轻人，他们头脑中没有传统的观念的束缚，有的只是对真理的执着追求，因而成功地完成了电磁波的从实验室走向应用领域的转变。这批年轻人中有两个杰出的代表，一个是意大利人马可尼，另一个是俄国人波波夫。

2. 勇于探索的马可尼

马可尼从小就是一个很有独立见解和独创精神的人，当他还是个少年时就制作了许多种新奇的装置，显示出他超人

的才华。马可尼的母亲是爱尔兰人,父亲是富有的意大利商人,小时候他常常随母亲坐船飘洋过海去英国甚至是北美探亲访友。旅途中,当船只航行在一望无际的大海上时,常常遇到一些意想不到的麻烦,可是又无法和陆地以及其他正在航行的船只取得联系。于是,他常常想,能不能有一种通信工具,当船只在海上航行时,也能和陆地取得联系呢?这种想法一直深埋在他心里。

图 8—40 马可尼的发报装置

1894年,20岁的马可尼在一次偶然的的机会,从一本电气杂志上读到了一篇介绍赫兹研究电磁波的文章。这篇文章唤醒了马可尼少年时的幻想,如果使用电磁波传递莫尔斯电码,不就不再被电缆所束缚了吗?他说服了父亲,并从他那里得到一切财政支持,于是他开始在意大利波伦亚他父亲的庄园里进行他的无线电报的实验。

马可尼靠自己在发明方面的天份和勤奋的工作,经过一次次电磁波的发送和接收实验,没过多久,居然能在140公尺的距离间进行通信了。这一成功大大增强了马可尼的信心。经

过进一步的改进,到 1895 年夏天,他在父母住宅的楼顶和 1.7 公里远处的山丘之间进行了通信实验,并取得了成功,这时马可尼也只有 21 岁。

马可尼设计的无线电发报装置如图所示,这个装置很象当年赫兹的实验装置。当按下莫尔斯电键时,线圈两端就会产生瞬时高压,于是两个金属小球间就会迸发出电火花,这些火花产生的电磁振荡就会通过天线向外发射电磁波。这种最原始的电磁波发射器后来被称作“火花振荡器”。

图 8—41 马可尼的收报装置

马可尼的无线电报接收装置采用了法国物理学家布兰利的发明成果——粉末检波器。粉末检波器有一个很细的玻璃管,管中装有细小的金属屑,两端各有一个电极,当有电磁波传过来时,在两端的电极上产生感应电势,金属屑被吸引而彼此粘结起来。于是检波器呈导电状态。粉末检波器还有一个自动敲击装置,在没有电磁波信号时,金属屑往往仍保持粘连状态而不能马上分离。敲击装置能自动敲打玻璃瓶,敲击产生的振荡使瓶内的金属屑得以马上分开。

马可尼的收报装置如上图所示,当粉末检波器接收到信

号而导通时,电报机上就有电流流过,并会自动在电报纸上打出莫尔斯电码的“点”和“划”来。这样发端莫尔斯电键上所发报文就可以在收端反映出来了。

3. 谁的功劳大

无线电发明史上另一位传奇人物是俄国人,亚历山大·波波夫。波波夫是俄国海军鱼雷学校的一位物理教员,一个偶然的机会,他读过了一位英国物理教授关于赫兹实验的一篇演讲,于是对电磁波产生了浓厚的兴趣。深厚的物理学基础帮了他的大忙,很快他就成了电磁波方面的专家。他首先改进了布兰利的粉末检波器,并把它安装在了一部带有引线的接收机上,他把这一装置用于记录天气变化,并把它命名为“雷暴接收器”。1895年5月7日,波波夫将他的“雷暴接收器”在俄国理论学会会议上做了展示引起了很大反响,后来苏联便将每年的5月7日命名为“无线电”节。

1896年3月4日,波波夫也进行了类似于马可尼的无线电发送和接收实验,他在彼得堡两幢相距为250公尺左右的大楼公开表演了无线电报通信。

马可尼和波波夫这两个同时代的年轻人,都分别在无线电通信上做出了杰出的贡献。以后各国为了谁是无线电的发明者一事一直争论不休。苏联将波波夫当作是无线电发明的始祖,而西方国家则多将无线电发明权授于马可尼。其他一些国家也多将那些在无线电发明史上做出过卓越贡献的本国发明家当作是“无线电之父”,如美国的福雷斯特、德国的赫兹、英国的麦克斯韦等。其实无线电发明和发展象任何其他科学

成果的取得一样,是许多人共同努力的结果。他们每个人的工作都不是孤立的,而是在许多前人的成果基础上发展起来的。谁都不应独占这些功劳。单就马可尼和波波夫而言,他们各自发明的无线电装置从时间上看,几乎是同时的,而他们各自所处的地理位置又相距遥远,在当时的条件下是不可能互相抄袭的,这有点类似于电话发明中的贝尔和格雷的关系。

另一方面这也说明了科学发展的必然性。发明创造从个人角度看可能是因为发明者的自身努力,但要是从整个人类的角度来看,它就是社会进步到一定水平的必然结果。无线电这项伟大的发明使我们的生活有了巨大的变化,我们不必去评价谁的功劳更大一些,而是应该对每一位在其中做出过杰出贡献的人表示崇高的敬意。

4. 电磁波家族

我们常常把电磁波理解成只是无线电波,其实,电磁波是一个十分庞大的家族。因为频率不同,而有许多表现形式。如果按波长排队的话,波长最长(也就是频率最低)的是无线电波,其次是能产生热效应的红外线,它是英国物理学家赫谢尔在 1800 年发现的。第三位是可见光,它因为频率的不同而在人的视觉里显现出红橙黄绿青蓝紫七种颜色。第四位是紫外线,在 1802 年由德国物理学家里特发现,可以用于消毒灭菌。第五位是 X 射线又叫伦琴射线,是 1895 年德国物理学家伦琴发现的,它可用于医学上的透视检查。波长最短是 γ 射线,它是在 1898 年由著名的科学家居里夫妇发现的,它的穿透力非常强,厚厚的铅板也阻挡不住它。

用于通信方面的主要是无线电波。叫无线电波,主要是因为这一段频率的电磁波属于无线电通信的应用范围。无线电波的范围大致从几十赫兹到 300000 兆赫。经过一百多年不断研究发掘,无线电波已经在许多方面得到了应用。从表中我们可以看到它的应用情况。

名称	频率范围	波长范围	应用情况
音频无线电波	30~300 赫兹	10000~1000 千米	水下核潜艇 指挥通信
超长波	3~30 千赫	100~10 千米	远距离全球通信 水下潜艇通信
长波	30~300 千赫	10~1 千米	越洋长距离通信 远距离精密 无线电通信
中波	300 千赫~3 兆赫	1000~100 米	广播及航空通信
短波	3~30 兆赫	100~10 米	远距离 广播及通信
超短波	30~300 兆赫	10~1 米	电视,调频广播
微波	300~300000 兆赫	1—0.001 米	移动通信 卫星通信 微波接力通信

电磁波频表

5. 伟大创举——跨洋通信

马可尼在取得了初步成功之后并没有停步,因为当时的通信距离太短,还无法进行商业应用。1896 年 2 月,年轻的马可尼离开了祖国意大利,来到了当时的世界科学的中心地带之一伦敦,继续进行他的无线电通信探索。在伦敦他得到了英国邮局的工程师的帮助。1897 年 5 月,利用风筝做天线,他的

无线电报的距离已经扩到了 10 多公里。又过了几个月,马可尼成立了自己的公司——英国马可尼公司,开始在通信上进行商业活动。1898 年夏天,马可尼首次将无线电报用于商业活动,他从爱尔兰海的一个小汽船上向首都柏林报告一场赛船比赛的情况。

不久,马可尼在扩大传送距离方面取得了突破性进展,他发现了发报机和收报机之间谐振的重要性,他在试验装置中加入了耦合器——一个调谐线圈,大大增加了无线电报的传输距离。1899 年,马可尼成功地实现了跨越四十万公里长的英吉利海峡的无线电通信。

马可尼开始用他的无线电通信设备装置远洋轮船,第一艘配备无线电报台的是美国邮船“圣保罗”号。以后无线电报在海洋通信上发展很快,俄国的波波夫也在为俄国海军装备无线电报台。特别是 1912 年,当时世界上最豪华的巨型客轮“泰坦尼克”号下水后首次航行即在加拿大纽芬兰岛附近海面上撞到冰山上而沉没。撞到冰山后,“泰坦尼克”号不断利用无线电报向外发送“SOS”求救信号,但是距离最近的一艘轮船上由于没有安装无线电报台,所以并不知道这一灾难的发生,等到出事时距“泰坦尼克”号比较远的另一艘轮船收听到呼救信号并最终赶到出事地点时,只救起了 700 多名乘客。这场大悲剧中死难者创记录地达到了 1500 多人。这场灾难使人们认识到了无线电通信对于轮船航行的重要性。因此,国际无线电会议规定,凡出海航行的大型轮船必须配备无线电通信装置。当然这些都是后话,现在我们再看看马可尼的研究工作的进展。

马可尼完成了跨越英吉利海峡的无线电通信后,信心大增,又一个雄心勃勃的计划在他的头脑中诞生了。那就是,让电信号跨越波滔汹涌的大西洋!当时大西洋海底已经敷设了连接欧洲和北美的海底电缆,但海缆的容量有限,并且由于人为事故自然灾害的发生,海底电缆常常遭到破坏,而重新敷设又需要庞大的工程费用。所以,如果马可尼的设想能得到实现,人们将会受益无穷。

但马可尼的大胆设想并没有得到多少人的支持,一些理论权威嘲笑马可尼的计划是一个狂妄而无知的计划。当时人们对无线电波的传输了解不多,许多学者都认为无线电波是沿着直线传播的,而地球又是圆的,所以无线电波传输不了多远,就会沿着直线飞离地球,根本不可能跨越大西洋还能接收到。面对有这么多顽固的反对者,马可尼再次显示出了他不因循守旧,敢于向传统理论挑战的勇气。他坚信无线电波一定会随着地球走的。

马可尼制造了一套功率更大的振荡器和一个更灵敏的接收器。1901年底,马可尼带着他的试验装备赶到了加拿大的纽芬兰,他的助手则留在英国。他是准备作出一项献给刚刚来临的二十世纪的伟大创举,实现跨越三千七百公里大西洋的无线电通信。1901年12月12日是通信史上又一个不平凡的日子。这一天马可尼静静地坐在纽芬兰一座小山的钟楼里,手拿无线电听筒准备接收英国的助手发来的无线电信号。不巧这时突然起了风暴,接收机的天线被刮断了,眼看联络的时间就要到了,怎么办呢?马可尼急中生智,找来了一个风筝,并把它放飞到四百公尺的高空当作天线,很快联络的时刻到了。这

是一个激动人心的时候,只听听筒里传出了三声微弱的“滴嗒”声,成功了,马可尼立即被一股巨大的喜悦所包围,一些理论家所宣称的无线电通信的禁区被他彻底打破了。

马可尼成功的消息立即轰动了整个世界,人们在通信领域又发现了一块新大陆,通信事业由此进入了一个新的阶段。马可尼这位给无线电通信带来光明的人也以其卓越的贡献而名垂青史。1909年他获得了诺贝尔物理学奖金。

在马可尼成功地完成了跨越大西洋的无线电通信后,无线电事业继续在以前所未有的速度向前发展。特别是二极管和三极管的发明更是大大推动了无线电的发展。

早在1883年,大发明家爱迪生在改进白炽灯泡时就发现了“爱迪生效应”,也就是热金属发射电子的现象。但爱迪生本人并没有体会到这一发现的重大意义。1904年,在马可尼公司当顾问的英国科学家弗莱铭利用“爱迪生效应”发明了可以用于检波和整流的第一只电子管——真空二极管。二极管的作用是为二极管上加有正向电压时,它就导通,在二极管上加上反向电压时,它就截止。二极管出现后很快取代了收报机中笨重的粉末检波器,大大提高了收报机的灵敏度和可靠性。1906年,美国无线电工程师德·福雷斯特在真空二极管的阳极和阴极间又加进了一个控制电极——栅极,研制成功了能放大电信号的真空三极管。二极管和三极管的发明在无线电发展史上是革命性的贡献。由于发射信号可以放大,接收到的信号也可以放大,所以无线电通信的传播距离也就增加了许多。因此,无线电通信进入了一个蓬勃发展的时代。

无线电话的移动通信

1. 让声音随着电波飞行

无线电在通信领域的利用价值被证实以后,人们就象发现了一块还没有被开发的新大陆。当年哥伦布发现美洲时,马上就吸引了无数的探险家去探索和冒险。现在的情况也是一样,无数的专业的、业余的无线电爱好者在发明创造欲望的激励下而投入了奇妙迷人的无线电世界。而无线电对人们也还确实是一个巨大的未知世界,无线电报只是巨大冰山刚刚露出一角,无线电是一个广阔而大有可为的天地。

二十世纪初,贝尔发明的有线电话早已遍布世界各地。当有了无线电这一新途径时,人们马上就会想到,无线电可以传送电报,为什么不能传送电话呢?这是一个诱人的想法,但实践起来并不象想象的那么容易。

有线电话可以把我们发出的声音转变成音频电信号,再通过导线发送出去,无线电却办不到。什么原因呢?我们知道音频范围在 16—20000 赫兹之间,超过这个范围的声音我们就听不到了。人说话的声音频率在一二百赫兹到五千赫兹之间,女性声音的频率较高,但最高也只能到一万赫兹左右。我们虽然可以很方便地把人的声音转换成音频电信号,甚至可以再经过电子器件将其放大,而成为强度很大的电信号。但是要将这些音频信号从天线发射出去却很难做到。因为在发射电磁波时,只有发射天线的长度与发射的无线电波的波长差

不多时,天线才能将无线电波有效地发射到周围空间。我们前面谈到长波通信的发射装置非常笨重,需要很高的发射塔,就是这个原因。而短波波长只有几十米,这样发射起来就方便多了。这也是人们孜孜以求地探索短波在通信上应用的一个原因。

音频相对于长波通信所应用的波长又要长得多,以最高频率 20000 赫兹计算,其相应的波长也有 15 公里,世界上最高的山峰珠穆朗马峰也只有 8.8 公里。可以想象,要是真做成发射音频的天线将会有多高。如果从一般人声的最高频率 10000 赫兹计算,那么音频天线就要高达 30 公里,这显然是不可能的。

那么无线电话就无法传送了吗?不是的。在人类的聪明智慧面前没有克服不了的困难。曾经有一段时期很流行的一个词是“人定胜天”,如果我们不从唯心论的角度去理解它,那么这个词是很有道理的。

在我们这个地球上,人不是最强壮的,不是最灵活的,不是跑得最快的,不是跳得最高的。不能在天空中自由飞翔,不能在海底下随意遨游。但人类却主宰了世界,就是因为有聪明的头脑。利用我们的智慧去认识自然并驾驭自然,通过有目的创造活动达到我们自身机能所达不到的境界。虽然我们不够强壮,我们却可以制造出能力擎千钧的机器;虽然我们跑不快,我们却能制造出奔驰如风的高速火车;虽然我们跳不高,却可以把卫星发射到外层空间;虽然我们不会飞,却能让飞机带着我们遨游蓝天;虽然我们不能在海底自由遨游,却能驾着潜艇去探索深奥的海底世界。对通信的利用也是这样,尽管我

们不能耳听八方,一叶也能障目。但是有了现代通信技术,我们就好象古代神话中的仙人那样长上了“千里眼”和“顺风耳”,纵使千山万水也割不断我们人类之间的联系了。

其实,这个问题是不难解决的。既然低频信号发射不出去就采用高频代替,只要把音频信号叠加在高频信号上就行了。把音频信号加在高频信号上的过程叫调制,接收时还要将音频信号从高频信号中取出来,这个过程叫解调。前面我们在载波电话中曾提到过调制和解调,因为它也有相似的过程。

2. 调制和解调

高频振荡产生的无线电波一般是正弦波的形式。一个正弦信号的特征,是由振幅、频率、和相位三个参数决定的。只要高频无线电波的任何一个参数按被传递的信号的变化规律而变化,那么就能把要传递的音频信号携带出去。因此也就有了调幅、调频、调相三种相应的调制形式。

调幅就是调制载波信号的幅度,使载波信号的幅度随被传递信号的大小而变化;调频就是调制载波信号的频率,使其随被传递信号而变化;调相就是使载波信号的相位随被传递信号而变化。其中应用较多的是调频和调幅两种方式。

我们可以用示意图来表示调频和调幅的工作方式。

调幅过程:

从示意图我们可以看出,调幅过程中的已调制的信号,它的频率并不发生变化,只是幅度随音频信号而变化。调频则刚好相反,调制后载波信号的幅度不发生变化,只是频率随音频信号而变化。

被调制到高频电波上的音频信号在接收端还需要被解调出来。解调过程就是让载有音频信息的载波信号通过检波器和滤波器,除去其中高频成分把音频信号提取出来。再经过声电转换装置把音频信号还原成声音。调制解调技术的实现可以说是电子技术的一大突破。广播电视技术,通信传输,载波技术等都是在它的基础上发展起来的,它给无线电技术带来了巨大的繁荣。

图 A 幅度调制 图 B 频率调制

图 8-42 幅度调制与频率调制

有了无线电的发射和接收技术,调制解调技术以及有线电话中我们已经掌握了的声电转换技术,无线电话的开通和

使用就不困难了。无线电话的优点就是没有导线的束缚,可以在移动的物体上使用。比如运行中的火车、飞机、汽车。这种电话又可以称为移动电话。现在从无线电开始,已经发展成为归属为移动通信的一个大家族。它的成员包括:汽车用无线电话,火车用无线电话,船舶用无线电话,飞机用无线电话,手持式无线电话(即大哥大),无线寻呼系统(即BP机)等。

3. 陆地无线电话系统

无线电话主要是由发射机和接收机组成。如果发射机和接收机的位置是固定的,那当然很好办,只要发射的功率足够大,能够覆盖接收机所处的区域就可以了。移动通信的困难则在于接收机的载体一般是处于移动之中的,如果接收机随着载体移出发射机的覆盖范围就不行了。

陆地上使用的移动通信装置比如汽车用无线电话,手持机,无线寻呼机等都采用分区制,即把一个城市或更大的区域划分成许多小区,每个小区都有一个基站,基站实际上就是一个大功率发射台(当然也有接收系统,移动电话一般都是双工的,即既有发射功能又有接收功能,也就是既能讲又能听),通过基站与这个小区里需要得到服务的移动电话取得联系。各基站又与一个总的控制局联接,并受控制局控制。控制局再通过交换机和电话局与市内电话网沟通。

分区方式有许多种,最主要的一种方式蜂窝状小区制,相邻的小区使用的频率并不相同,避免互相干扰。但控制局通过计算机系统能随时侦察移动电话的位置。当移动电话从一小区进入另一小区时,控制局能自动将它所使用的频率切换

到下一个区段使用的频率上,因此移动电话在跨区行进过程中不会引起通话的中断。

图 8—43 蜂窝状分区

所以采用六边形的蜂窝状分区方式是因为这种方式覆盖面积最大,重叠面积最小,必要的频率数的也最少。六边形组合的优越性蜜蜂是体会最深的。它们建成的六边形的蜂房是一种在使用建筑材料一定的情况下,建筑面积最大的建筑形式。所以人类常常要对蜜蜂的建筑技巧表示赞叹。

当然也还有一些其他的分区方式。比如火车无线电话采用的分区方式就比较简单,由于火车是在固定轨道上行驶,只要把铁路线分成相等的若干区域,每个区设一个基站,装有一套无线电收发电信机就行了。和蜂窝状分区一样,也要设一个(或几个)中心局对基站进行控制,并负责火车在从一个区进入另一个区时的频率转换。

还有一种被称为“二哥大”的集群电话,它只有一个大区,而并不分成许多小区,大区内有一个或几个大功率的中央基站,它的覆盖范围有限,用户数量也不是很多,比较适合于大型工厂、煤矿、公安部门等内部使用。

现在,腰间别上被形象地称为“电蛐蛐”的无线寻呼机已成为城市青年的一种时尚,在公共场合经常听到寻呼机发出的“嘟嘟”的声音。寻呼机是一种单工的通信装置,它只能接收电信号而没有发射功能。当你希望某个携带寻呼机的朋友给你回电话,就可以打电话到寻呼台去告诉寻呼台你朋友寻呼机的号码,和你所在电话的号码,然后,寻呼台将信号发出,寻呼机接到信号后会发出“嘟嘟”的声音提醒主人,并在上面显示呼叫人的电话号码。这时寻呼机的主人再打电话给呼叫人,于是就实现了双方的通信联络。

4. 船舶和飞机无线电话系统

对于在浩瀚天边的大海中遨游的船舶和在一望无际的蓝天中飞翔的飞机,移动通信设施就是它的生命线。如果不能保持和地面的联络,飞机就很难正确地在机场着陆。船舶在入港时也会发生问题。另外,如果不能保持通信畅通,那么无论是飞机还是轮船,发生相撞事故的可能性都会大得多。飞机用和船舶用无线电话系统不能象陆地移动通信那样建立许多小区基站,所以它们各自具有自己的特点。

船舶无线电话的传输方式有两种,一种是通过设在海岸附近的基站和船舶直接联系,另一种是通过通信卫星和卫星地面站与船舶进行电话联络。前一种传输方式需要在海岸附

近设一系列基站,当船舶进入基站控制范围时,就可以采用这种传输方式。船舶如果是处于大洋深处,就只有利用后一种方式来联络了。1976年美国发射了第一颗海事通信卫星用于航海通信,以后又发射了多颗,并成立了国际海事卫星组织。海事卫星对航海通信、海上探险以及海洋勘测等方面的发展起了巨大作用,目前已有数千艘远洋轮船配备了卫星通信设备。

现代喷气式飞机速度越来越快,飞行高度也多在万米以上,这些特点决定了其移动通信设备也可分为两种,一种是近距离用的甚高频航空电台,另一种是远距离短波航空电台。

甚高频近距离无线电台具有传输容量大,不受时间、气候等条件影响,工作稳定可靠等优点,但由于使用频率较高,只能直线传播,难以克服障碍物的阻隔,仅限于近距离通信。一般飞行高度在1500米时,其通信距离为148公里,飞行高度在12000米时,通信距离改为370公里。所以当飞机在机场附近时,才采用这种电台联络。飞机在长途飞行的路途中时,机场的电台与飞机超出了视距范围,甚高频电台就无能为力了,这时就要启用短波电台。依靠电离层的反射,短波电台的通信距离可以达到上万公里。

广播和电视

1. 费森登开创的事业

广播系统在原理上是和无线电话非常近似的,也要有调制和解调的过程,只是它是单向的,也就是由广播站发射信

号,听众的接收器即收音机来接收,不能双向传递。

1906年12月24日圣诞节前夕晚上8点钟左右,在新英格兰海岸外,游戈在近海的船只上,那些听惯了“滴滴嗒嗒”莫尔斯电码的报务员忽然从他们的耳机中听到了亲切的说话声音和悠扬的乐曲,第一次听到了来自远方的圣诞祝福的声音,令大家激动不已。

这是人类有史以来进行的第一次无线电广播,播放了两段讲话,一支歌曲和一支小提琴独奏曲,尽管只播出了几分钟,都永远地载入历史的篇章,因为它又掀开了通信史的新的一页。那些幸运的无线电广播的第一批听众对此万分惊奇,但他们也许不能想像在当时由几个人所进行的几分钟的无线电广播,在经过几十年的发展后,成为成千上万人参与,拥有几十亿听众的大行业,成为每一个家不可缺少的一部分。群众创造了历史,但不可否认伟大的发明家在其中所做的杰出贡献。

提到广播,就不能不提到美国发明家费森登,1906年圣诞前夕的那个广播实验就是在他的组织下完成的,费森登是一个非常出色的电子工程师,同时又具有发明家所必不可少的品质,那就是永不满足。1901年,当费森登听到马可尼飞越3700公里大西洋的无线电报取得成功的时候,一个大胆而又自然的想法就在费森登的头脑中产生了,为什么不让无线电波来传递人的话音呢?费森登是一个非常果断而坚决的人,一旦有这种发明创造的激情,便马上进入试验工作,1902年,在一位富豪的资助下,费森登在马萨诸塞州建立了自己的实验室。

费森登为了实现他的理想,耗费了巨大的心血,苦干了整

整四年,但就象任何发明创造一样,进行的并不顺利,仍然有一个关键的问题不能解决。

象无线电话一样,音频信号也需要加在高频无线电波上才能发射出去,但是从话筒里出来的音频电流实在是太微弱了,根本无法控制强大的高频振荡电流,因为人发出的声音的能量本来就很小,即使几百万人同时谈话所发出的声音能量全部转换成电能也不足以点燃一只普通的照明灯泡,更不要说声电转换过程中还有要能量损失。

这个问题困扰着费森登,使他的试验工作久久徘徊不前,就在他近于绝望时,一次新的发明——真空三极管给费森登点燃了希望之火。它的发明者是美国电子工程师德·福雷斯特。福雷斯特和他的发明我们在前面曾多次提到,真空三极管能够放大电信号,费森登利用三极管做成放大电路,把从话筒出来的音频信号电流进行放大,就可以对高频振荡电流进行调制了。于是,就有了1906年圣诞之夜的第一次无线电广播。

有了真空三极管,不仅成功地实现了对高频无线电波的调制,而且也大大增加了发射机的输出功率。在接收设备上加上放大电路,也同样地提高了接收灵敏度,因此,我们认为福雷斯特是无线电技术实用化的一大功臣。

2. 无线电广播的接收

在无线电广播通信发展的初期,电台的数量很少,而且发射的无线电波的功率也很小,只有电台附近地区的接收机能够接收到该电台播放的节目或其它信息,这时并不存在各电台发射的无线电波相互干扰的问题。

随着广播和通信的发展,无线电台越建越多,发射功率也不断加大,同一地区就能够收到更多的无线电台的信号,这些信号的频率是相近或相同的。于是“干扰”问题就越来越严重了,为解决这一问题,一方面需要对无线电台进行管理,分配给每个电台以确定的无线电频率。另一方面,改进接收机的无线电波选择能力,从众多不同频率的无线电波中挑选出需要收听的广播节目,这就是我们常说到的“调谐”。

图 8—44 谐振电路

调谐电路由电感线圈 L 和电容器 C 组成,设置在接收回路中,调谐电路只对某一特定的频率十分敏感,而其它频率的无线电波则被排除在外,这个特殊的频率便由电路中的电感 L 和电容器 C 来决定,我们在收音机上经常用到一个旋钮,即“调频”旋钮,转动这个旋钮就可以调出不同的电台来。其实,这个旋钮即对应调谐电路中的可变电容器 C ,旋转这个旋钮,就是改变可调电容器 C 的值,进而改变调谐电路的谐振频

率,从而接收不同频率的无线电广播电台的节目。

尽管 1906 年就已实现了首次无线电广播,但这以后的十几年的发展并不快,一个根本的原因就是,接收机结构复杂,价格昂贵,无法让更多的人接受它,直到 1920 年研制成功的超外差式接收装置才使无线电广播进入了千家万户。

3. 超外差式收音机

超外差式接收的发明者是英国马可尼公司的工程师萨尔诺夫和美国电气工程师阿姆斯特朗,由于各个广播电台的发射频率都不一样,所以在接收电路中,每一步都要设置一个调频电路,每接收一个不同的频率,调谐电路就要调整一次,最终的效果也不是很好,超外差式接收的原理是将各个广播电台发射的不同频率的高频无线电波先与本机振荡信号混合,然后产生一个统一的差频信号。我国规定这个差频为 465 千赫。

尽管各个电台的频率不同,比如,可能是 828 千赫,或 954 千赫,或 1026 千赫,但经过混频后都变成 465 千赫,调制在高频上面的音频信号虽然经过了变频,但本身并没有变化。不管接收的电台频率是多少,经过变频后,频率就单一而固定了,这样收音机变频器以后的各部分就只需要一种调频电路了,这使收音机的结构大为简化,性能也更为稳定可靠,放大能力也提高了许多。

超外差技术以及其它相关技术的突破,带动了广播业的发展,世界各地纷纷建立了自己的无线广播电台,1920 年 6 月英国马可尼公司利用广播转播了音乐会的实况,同年 11 月,

美国西屋电气公司的广播站通过广播报告总统选举的情况。1920年11月,英国广播公司BBC的前身伦敦2LO广播站开始广播每日节目,同时期的德国、法国、荷兰等都正式播送了自己的节目、法国还把巴黎的埃菲尔铁塔变成了法国广播电台的天线塔,经过了几十年的发展,无线电广播已经形成了一个庞大的通信网,每时每刻都在向人们传递着政治、经济,文化、体育、气象、教育等各方面的信息,成为我们生活中不可缺少的一部分。

4. 活动图像的传送——电视

在广播和电话取得巨大成功之后,人类并没有停止前进的脚步。马上又有了一个新的目标摆在了科学家和电气工程师的面前,那就是图像的传递。传递静图像的设备是传真机,我们在前面已经介绍过了,传递活动图像的就是电视了。

电视的设想提出来以后,许多科学工作者热情地投入了这项新兴的事业的开发之中,其中不少人都对电视的发展做出了积极的贡献。电视能发展到今天是众多研究者劳动成果的积累,它不象电报、电话那么可以明确地指出谁是发明者,但我们仍然可以列出其中的一些代表人物。

1879年,莱德蒙发表了第一篇有关传送图象的文章,由此掀起了电视发明的热潮。1883年,德国工程师尼普科夫提出了著名的圆盘扫描方法,使电视的发明迈出了重要的一步。1907年保利斯·罗星首先提出了用阴极射线管作为电视系统的接收器件。1911年,坎德尔·斯温顿阐述了详尽的电视系统方案,这一方案为电视的发明打下了最坚实的一块基石。

后人评价斯温顿的工作时这样写道：“现代电视自然要归功于许许多多杰出的科学工作者的研究和成就，但在本质上是根据斯温顿提出的线索发展成功的。”

本世纪二三十年代是机械电视时代，这一时期出现了采用机械扫描方式的电视机。值得一提的是英国人贝尔德，这位电视研究的先驱把毕生精力都贡献给了电视，他有许多令人称道的功绩：世界上第一次正规电视的播出，采用的就是贝尔德系统；世界上第一个有明暗层次的电视装置也出自贝尔德之手；世界上第一个被摄入画面的人物是住在贝尔德楼下的一位推销员，他是贝尔德邀请来参加实验的；贝尔德还是第一个尝试涉足彩色电视、立体电视、红外电视的人。贝尔德尽管只是机械电视时代的巨匠，但在他的带动下，后来很长一段时间，英国一直在电视的研究和制造方面居于世界领先地位。

1929年俄国人沃尔左金发明了光电摄像管，打开了电子电视时代的大门。1939年英国广播公司第一次进行了商业电视播送，当时在伦敦售出的电视机已超过了两万台。以后，晶体管的出现进一步提高了电视的性能，减小了它的体积。1954年，美国开始试播彩色电视，电视的发展又进入了一个崭新的阶段。现在电视正向着数字化、高清晰度、多画面、大屏幕的方向发展。

5. 电视的原理和应用

电视和其它通信方式一样，也有发送和接收过程，电视信号的发送在电视广播台进行，电视信号的接收和图像的再现由无线图像终端机即电视机完成。

电视信号包括图像和声音两种信号,声音信号的发送,象无线电广播信号的传播一样,先进行声电变换,将声音转变成音频信号,再将音频信号调制在高频无线电电波上并发射出去,图像信号的发送则利用摄像机把图像的明暗变化转变成相应的电信号,再把它调制到比携带音频信号的载波频率更高一些的高频无线波上并发射出去。

图像比声音信息含量要多得多,一幅图画不能一下子全部传递出去,我们把一幅画面分解成许许多多小单元,每个小单元叫做“象素”,一幅电视画面约有五十万个象素。摄像机通过扫描把每个象素按顺序分别转换成电信号。

接收过程需要进行信号放大,混频,解调,分别进行电声转换和电光转换等过程来完成。电视机中的显像管就是负责完成电光转换过程的,显像管由电子枪和荧光屏构成。由电子枪射出的电子束打到荧光屏上,能使荧光屏发光,光点的亮度随电子束电流的大小而变化,电流大,光点亮、电流小,光点则暗,电子束按摄像时同样的规律在荧光屏上扫描,电子束电流的大小受图像信号的控制。这样,荧光屏上各点的亮度就随图像信号的变化而变化,因此,荧光屏上也呈现出与发送端相同的图像。

彩色电视与黑白视不同的地方是除了要传送亮度信号外,还要传送色度信号,我们都知道红绿蓝是自然界的三元色,其它的颜色都是由这三种颜色按一定比例混合而成。比如,黄色是由红和绿按相同比例混合而成,而相同比例的红和蓝混合则是紫色,反过来说,任何一种光都可以分解成红、绿、蓝三种单色光。彩色电视机的传送就是建立在三元色原理的

基础上的。

在发送端,彩色摄象机的分色系统把实际景物射来的光线分解成红、绿、蓝三基色,每种基色占一确定的比例,分别由三个摄像管摄取,经光电变换后得到了三个基色信号。三个基色信号同时送到编码器进行编码,得到一个复合的彩色电信号,经发射机调制和放大后从天线发射出去。

在接收端,彩色电视机经过一系列电子过程接收到复合的彩色电视信号,再由解码器把复合信号还原成红、绿、蓝三个基色信号,去控制彩色显像管显像,彩色显像管内有三个电子枪(黑白显像管只有一个电子枪)三个电子枪分别发出红、绿、蓝三种基色的电子束。三基色信号分别控制三个电子枪发射的电子束的混度,这些电子束都会聚于荧光屏上一点,三种基色光所占比例不同,荧光屏上每一点的颜色也就不同,会聚的电子束在荧光屏上按发射端的规律扫描,荧光屏上就会显示与发射端相同的彩色画面。

电子束扫描完每一幅画面的时间必须少于人眼的视觉暂留时间 0.1 秒,这样我们看到的图像才是连续运动的,我国电视标准规定,每秒种内扫描 25 幅图像,也就是每 0.04 秒传送一幅图像。

电视信号所占用的频带比较宽,传送一路电视信号大约要占用 8 兆赫兹的频带宽度。长波、中波、短波三个波段加起来也只有 30 兆赫兹,根本无法满足电视的需要,所以电视信号都是由超短波和微波传送的。目前电视使用的频率包括甚高频段和特高频段两个频段区间,共 60 个频道,每个频道间隔为 8 兆赫兹。甚高频段有 12 个频道,其频率范围是:

1—3 频道 48.5~72.5 兆赫兹

4—5 频道 76~92 兆赫兹

6—12 频道 167~223 兆赫兹

特高频段有 56 个频道,其频率范围是:

13—24 频道 470~566 兆赫兹

25—68 频道 606~958 兆赫兹

甚高频段常用字母“VHF”表示,特高频段用字母“UHF”表示。

超短波和微波只能沿直线传播,也不能象短波那样被电离层反射,目前电视信号的传递方式有两种,一种是微波站接力方式,在陆地上隔 50 公里左右建立一个微波站,一站接一站向下传递信号。另一种是利用卫星进行传递信号。

图象携带的信息显然是比声音携带信息丰富的多,有了既能传递声音,又能传递图像的电视技术,人类的通信技术水平又迈上了一个新台阶。

科学技术如同车轮一样加速向前发展,任何一项新的发明,都要为它增添一份推动力、通信技术领域也是这样。以往任何一种通信方式都没有象电视技术这样,以这么快的速度得到普及应用,并对人类生活产生巨大的影响。如果从 1933 年英国广播公司第一次开播商业电视算起,仅仅是半个世纪多一点,它已从一个刚出世的“婴儿”成长为参天的“巨人”。世界上每天有着无以计数的电视台在日夜不停地向外发送无线电波,电视机几乎是家家户户必备的电器,更多更广的信息都是通过电视来传递,电视可以说是我们生活中又一个不可缺少的伙伴。

每天,我们坐在家里,通过电视机了解到世界各地正在发生的事件和变化,通过电视机也可以欣赏全球奇丽的风光,艺术家的出色表演和体育比赛的盛况,情景交融,让我们随之而发出多少惊叹!通过电视机,也可以接收到许多科学知识,进行培养技能的教育等等,电视广播系统自身就是传播信息的一个重要途径,如果它和其它通信工具结合,对其通信能力的提高必有着非常重要的作用,比如电视系统和电话结合在一起就出现了电视电话,会议电话,电视系统安装在机器人身体上,就可以控制它在恶劣环境中工作,高清晰度电视已成功地应用在医疗事业上,它和光纤技术相结合,去完成一些特殊的病理检查及手术,为科研和教学提供丰富的资料。

雷 达

1. 战争的产物

通信的发展和军事与战争有着很大的关系,我们最古老的通信方式如烽火通信就是因为战争的需要才建立起来的。本世纪初的两次世界大战对人类是巨大的灾难,但对通信的发展客观上却起了推动作用,战争期间,对通信设备的需求激增,一方面旧有的通信设备在大量的生产过程中得到完善和改进,另一方面一些新的通信技术也因战争的需要而不断地产生和发展。

雷达便是最突出的例子,它是战争的产物。1935年,英国科学家沃森·瓦特应军方的要求开始秘密研究雷达。经过一年的努力,瓦特的研究取得了很大的成功,他修起了一座七十

五米高的发射塔,用以对空中目标进行测控,当时雷达可以观测到 120 公里远处,飞行高度为 500 米的飞机。随后,战争的阴影一步步逼近,英国在雷达的研究和建设雷达防空系统上投入的资金大量增加。到 1939 年,瓦特的雷达系统已经能侦察到高度为 3000 米距离为 160 公里远的飞机了。第二次世界大战爆发以后,德国飞机对英国本土进行了大规模入侵,因而英德两军飞机进行了一场前所未有的空中大战,成千上万架飞机投入了战斗。在这场空中激战中,英国空军取得了决定性的胜利,雷达作为一种秘密武器发挥了巨大的作用。

2. 雷达的原理

雷达的原理很简单,雷达本身就是一个发射和接收电磁波的装置,它工作时,向天空中发射频率极高的电磁波、高频电磁波只能沿直线传播,当它遇到障碍物,比如飞机的时候,就会沿直线反射回来。雷达接收到这些回波,根据发射时和回收时的时间间隔就可以计算出目标的距离。计算公式是:

$$S = \frac{ct}{2}$$

S 是目标的距离,c 是电磁波的传播速度。每秒 30 万里。t 是发射电磁波和回收电磁波的时间间隔。

接收回波时,回波和地面会有一个角度,根据这个角度就可以测出目标的高度。

另外,雷达还可以应用多普勒原理测出运动目标的飞行速度。什么是多普勒原理呢?你站在铁路轨道旁边会有这样的体会,当一列火车从远处拉着汽笛急驶而来的时候,你能听

到的汽笛声不仅强弱有变化,而且声调(频率)也有变化。火车由远处驶近时,会感到声调变高(声音频率变高)。火车远离时,会感到声调变低(声音频率变低),这种现象叫多普勒效应。多普勒效应只要是运动的物体都会产生,它的准确定义是:一个能够辐射某种波(声波、无线电波、光波等)的物体。如果与观察者之间具有相对运动,那么观察者所接收到的波的频率就会产生变化。相对速度大,频率变化大;相对速度小,频率变化小。雷达就是根据发射波频率和回波频率之间变化的大小来确定目标运动速度的。

雷达早期主要是为军事服务的一种装置。随着战争的结束,雷达开始应用于国民经济其它部门,在军事上的应用也多样化了。雷达不再只是单一用于防空侦察了,应用面扩大到飞机导航,火箭发射监测,导弹制导,气象观察,地质勘测等多方面。

雷达技术也在不断发展,出现了一些新型雷达,如相控阵雷达,可以跟踪多个目标。激光雷达,测量精度更高。

发展中的无线电通信

1. 长波和短波通信的局限性

回顾无线电通信的发展历程,我们会惊奇地发现,无线电通信在不断地向波长更短、频率更高的方向发展。

马可尼等人最初进行无线电报实验时,采用的是波长超过 1000 米的长波。长波是以地波方式传播的,它在空气中损

耗较小,又能绕过地面障碍物,因而可以沿着地面远距离传播。但长波也有它的缺点,发射长波需要架设很高的发射塔,无论是发送设备还是接收设备都非常笨重,而且造价昂贵,不适宜推广普及。

在发现了电离层的反射作用后,短波登上了通信舞台。短波这种靠电离层反射进行传播的方式被称为天波方式。短波的波长只有几十米,不再需要建设高耸入云的发射塔,所以它一出现就很快取代了长波在通信领域的地位。

介于长波和短波之间的中波,既可以用天波方式传播,又可以以地波方式传播,但每种方式的效果都不理想,所以只能用于近距离的通信,如近距离无线电广播,近距离无线电导航等。

短波通信也不是十全十美的,一方面短波通信依靠的是电离层反射,电离层并不是稳定不变的。它受太阳辐射的影响,太阳光强时和弱时,白天和黑夜,反射的效果都会有所不同。特别是太阳黑子活动剧烈时,太阳射线中的紫外线和 X 射线会大量增加,电离层发生显著变化,地球的地磁场也会被扰乱,于是会给短波通信造成很大的破坏,严重时会导致短波通信瘫痪。另一方面,短波的频带宽度有限,不断增加的无线电通信台和广播台,造成短波波段内非常拥挤,继续增加就会使通信间产生干扰。而且传送一些复杂信号,如电视信号,所需频带较宽,短波根本无法满足要求。这些问题限制了短波的发展。唯一的出路就是向更高的频段进军,超短波和微波就成了下一个目标。

2. 微波接力通信

随着通信技术的发展,各项通信业务所占频带越来越宽。例如,电话占用 4 千赫的频带;而在 4 千赫的频带中可以传送二十多路低速电报;传真占用 4~48 千赫的频带;传送整版报纸的传真则占用 240 千赫的频带;声音广播一般占用 12 千赫;黑白电视占用 4 兆赫;彩色电视占用 6 兆赫。

如果我们用电话频带作为统一的标准,其它通信业务折算成“话路”来衡量的话,可能更直观一些。

电话	0~4 千赫	1 条电话通路
传真	4~48 千赫	1~12 条话路
报纸传真	240 千赫	60 条话路
声音广播	12 千赫	3 条话路
黑白电视	4 兆赫	1000 条话路
彩色电视	6 兆赫	1500 条话路

图 8-45 微波的传播

我们前面介绍过,短波的范围是 3~30 兆赫,电视的频带宽达 4~6 兆赫,载波频率高达几百到几千兆赫,这是短波不能满足的。超短波和微波频带宽为 30~300000 兆赫,是短波

的一万倍,微波资源的开发成为迫切需要。

微波不能象长波那样沿地表传播,并绕开障碍物;也不能象短波那样依靠电离层反射来传播。它只能沿直线行进,在地表传播的距离不会很远。如果发射塔和接收塔有 50 米高的话,地表传播距离也只有 50 公里左右,怎么才能实现远距离微波通信呢?

人们想到了一个新办法——接力通信

接力通信就象赛跑中的接力项目一样,一站接一站地把信息传递下去。人们在地球表面每隔 50 公里左右建一座微波站,微波站接收上一站传过来的微波信息,将衰减的信号放大,再传给下一站,这样一站接一站就能到达很远的距离。我们坐火车时常见铁道边立着很高的铁塔,它们其中有一些便是微波接力站。我国已建立了一个覆盖面很广的接力通信网,许多通信信息就是通过这个网送到全国各地的,其中就包括中央电视台的电视节目。

图 8—46 微波接力通信

微波接力通信有许多优越性。首先是它的通信容量大,一条微波接力通信线路可以传送上万路电话,已可以和同轴电缆线路相比拟。但是它的投资却比有线线路节省得多;其次是

可靠性高,发生故障的时间和次数很少;再有它的传输质量很好,与电缆通信线路差不多。

微波通信的另一个传输途径是卫星通信,这是一种更为先进的方式,我们将在一章做详细介绍。

微波并不是通信的尽头,通信正向着更高的光波频段甚至是高频射线方向发展。

十、卫星通信

卫星通信的历史

1. 为什么要发展卫星通信

通信的发展给我们的生活带来了巨大的便利,其中之一就是我们能够通过电视收看到在遥远的异国他乡举办的精彩的体育比赛的实况转播。我们都知道这是利用通信卫星传递电视信号的结果。但大家不要错误的理解为这就是卫星通信的全部内容,实际上卫星电视广播只是卫星通信中的一种形式。卫星通信还能传递电报、电话、传真等多种信号。

一般说,卫星通信是指利用人造地球卫星作为中继站来转发无线电信号,在两个或多个地面站之间的通信。假设地面上有两个无线电通信站 A 和 B,地面站 A 把无线电信号射向一个人造地球卫星,卫星接收到无线电信号后进行处理和放大,再转发到地面站 B 去。同样地面站 B 发出的无线电信号也可以通过卫星转发到地面站 A 去。这样就实现了两个地面站的通信。

通信卫星所传送的信号属微波范围。在没有出现卫星通信的时候,微波信号的传递是采用接力方式。

微波接力通信通信容量大,抗干扰性强,通信稳定。但它也有一些致命的弱点,第一为了使信息能传递到比较远的地方,中间要建设为数众多的接力站,为此要耗费大量资金;第二微波接力通信无法进行跨洋通信。例如从上海到旧金山,距离上万公里,如果采用接力通信的办法,就需要在太平洋中建立二百多座接力站,这显然是不可能的。

于是就有人萌发了这样的想法:能不能在空中建立一座接力站呢?这个接力站如果达到一定的高度,它不就可以覆盖地球上一个比较大的区域了吗?

2. 从月面反射到同步通信卫星

人们最初的运用卫星通信的灵感来源于月亮。月亮是地球的卫星,它本身不发光,但却能反射太阳光,那么能不能也让它来反射微波以实现跨洋通信呢?1946年,有人利用第二次世界大战中产生的雷达技术进行了月面反射微波的试验,并且收到了月面反射回来的回波。但由于月球距离地球三十八万公里,实在太过遥远,收到的回波信号非常微弱,无法用于正常的通信联络,所以这次试验没有获得成功。但它却为人们提供了一条新思路,如果造一个“人造月亮”发射到高空,让它来充当微波接力站,不就可以实现远距离通信了吗?

早在1945年10月,英国空军雷达军官阿瑟·克拉克就在《无线电世界》杂志上发表了《来自地球外的转播》一文。在文中克拉克设想把载人的通信卫星送入地球同步轨道,由通信卫星中的无线电话务员从卫星中向地球转播通信。克拉克提出他的设想时人们还没有听说过人造卫星是怎么回事,当

然也不具备发射人造卫星的条件,所以有人想到了一个替代的办法:把这种空中接力站设在高空飞行中的飞机上。但是实践表明:这种“转播”系统即不经济,又不可靠。飞机最高只能升空 2~3 万米,要覆盖整个地球的表面区域,不知得有多少架飞机昼夜不停地在各个地区上空飞行,而且飞机的飞行是受到气候条件的制约和影响的,不能保证任何时候都能处于正常飞行状态。

1948 年,英国人罗斯和史密斯共同设计了一个可供 24 个人居住的绕地球运转的人造卫星模型,在该模型上设计了一套供通信用的无线电设备。1953 年英国的辛格教授发表了一种小型人造卫星模型。这些人的设计使克拉克的设想逐步接近现实了。

1957 年 10 月 4 日,苏联发射了人类第一颗人造卫星,过了四个多月,美国也将名为“探险者 1 号”的人造卫星送上了天。于是空间技术的新纪元开始了;无线电通信也进入了空间时代。

1960 年 8 月,美国把专用于通信的卫星“回声 1 号”送到了 1600 公里的圆轨道上。这颗卫星是一个直径为 30 米的金属球,利用它对微波信号的反射,实现了美国东西部海岸间的电话通信和电视转播。这是人类历史上最早的人造卫星通信。“回声 1 号”属于无源通信卫星,所谓“无源”就是指这种卫星只能单纯地反射地球上发来的无线电波,它内部没有一个产生无线电波能量的源泉,不能对信号进行放大,因此反射回地面的信号十分微弱,通信效果不理想。

1962 年 7 月,美国发射了“电星 1 号”有源通信卫星。所

谓“有源”，就是和“无源”相反，它能够对信号进行放大。应用“电星 1 号”，人类第一次将电视广播节目送到了大洋彼岸。

不论是“回声 1 号”，还是“电星 1 号”，都属于低轨道卫星，它们相对于地球是在作高速运动因而叫运动卫星。这种卫星的缺点是，地面站天线时时刻刻都要变换方向跟踪卫星，技术难度比较大。另外，两个地面站能同时“看见”卫星的时间有限，要保证两地间能全天连续通信，必须发射一系列的卫星均匀地排列在同一轨道上。当一颗卫星落入地平线以下时，两个地面站的天线就立刻转向能同时“看见”的另一颗卫星，这当然是很麻烦的事。

如果能让卫星“挂”在天上不动，那就方便多了。实际上这是可以做到的，经过计算可以得知，当人造卫星正好在赤道轨道上，高度为 35,860 公里，而且环绕地球的方向与地球自转方向相同时，这颗卫星绕地球运动的角速度正好和地球自转的角速度一致。地球转过一个角度，卫星也转过同样的角度。因此，从地球上任一点看去，卫星都好象是静止不动一样。这种卫星叫做静止卫星。又因为它绕地球的转动和地球的自转“步调一致”，所以也叫同步卫星。

同步卫星每一颗能覆盖地球表面的三分之一以上。所以，从理论上讲，只需要三颗同步卫星，就可以实现全球通信了。这三颗卫星均匀地分布在赤道上空，它们相互之间间隔为 120° 经度。

1963 年 7 月，第一颗同步通信卫星“辛康 2 号”升入大西洋上空，标志着卫星通信开始进入实用阶段。随后第二颗同步卫星“辛康 3 号”被发射到了印度洋上空。1964 年 10 月，东京

奥运会期间,通信卫星第一次将比赛的实况从日本转播到了美国。

这一年,美、英、法、西德、意大利、加拿大、日本等 11 个国家协商成立了统一的国际卫星组织,开始建立国际商用卫星通信网。

1965 年 4 月,这个组织发射了第一颗国际商用卫星“晨鸟号”,这颗卫星位于大西洋上空,可通 240 路电话或通一路电视。

目前这个组织已发射了七种型号的同步通信卫星,对全球通信的发展做出了积极贡献。

3. 卫星通信的优越性

卫星通信是一项崭新的通信技术,它有一些突出的优越性。

第一,通信距离远,范围广。一颗同步通信卫星能覆盖地球表面的三分之一,这相当于由 200 多个接力站组成的微波接力线路。不仅如此,在卫星覆盖区内的任何两点间只要有地面站,都可以通过卫星建立起通信线路,这就相当于由许多接力站组成的微波通信网。因此,建立卫星通信系统要比建立微波接力系统投资少得多。在跨洋通信或者在山高水深地形复杂的地区实现通信时,卫星通信的优势就更明显了。

第二,通信容量大。卫星通信是采用频率很高的微波,所以可能的通信容量就大。1980 年发射的国际卫星组织五型卫星已经可以容纳 12,000 路电话和 2 路电视。将来发展到更高的频率时,容量将进一步扩大。这就为各种通信业务,如电话、

传真、电视和高速数据传输等开辟了广泛的发展前景。

第三,通信质量好,可靠性高。微波接力通信要是在大气层的内层空间传播,无线电波易受空气折射、地表吸收等的影响。卫星通信的无线电波主要是在大气层以外的宇宙空间传播,那里差不多是真空。因此不易受气象条件变化的影响。

第四灵活性大。地面上一条微波接力线路或电缆传输线路的服务区是一条线,只有沿线各点才能利用它进行通信。通信卫星则不同,它的服务区是一个面,在占地球三分之一的卫星覆盖区内,许许多多地面站都可以同时利用同一个卫星分别建立各自的通信联系而无需中间转接,因此具有极大的灵活性。将来,卫星通信技术进一步提高之后,不仅固定的大型地面站可以通过卫星进行通信,而且各种运动的物体,如飞机、汽车、舰艇、甚至于行人都可以利用自己的小型地面站直接通过卫星进行通信。

人造卫星和同步通信卫星

1. 卫星的发射

卫星是靠火箭携带上天的,目前用于发射卫星的都是强力多级火箭。

火箭是我国古代人民最早发明使用的,早在十一世纪初就已经把火箭用于作战,反击入侵的敌人了。现代火箭就是我国火箭传到欧洲后逐渐发展起来的。虽然现代火箭要复杂的多,但是就它的原理而言,与我国古代的火箭是完全一样的。

火箭靠的是发动机的推力前进,发动机是火箭的心脏。在火箭发动机造出来之前,其它一切形式的发动机,比如旧式飞机的螺旋桨发动机,新式飞机的喷气式发动机都离不开空气。靠空气中的氧气来保证燃料的燃烧起动运转,离开了空气,这些发动机就失去了作用。但火箭必须可在空气很稀薄的高空或没有空气的宇宙空间中飞行。它的发动机构造就不太一样,它本身不但应该带有燃料,而且还带有氧化剂。燃料有液体的,比如煤油、酒精等,还有高能液体燃料,如液氧和煤油、四氧化二氮和偏二甲肼等的混合燃料。后来还出现了固体燃料。氧化剂一般用纯氧和硝酸等,为了缩小体积,便于携带,要把氧气从通常的气体状态压缩成液体状态。

火箭上分别有燃料和氧化剂的贮存室。火箭发动时,燃料和氧化剂要由输送泵输送到燃烧室中,二者在燃烧室中混合燃烧,产生高温气体,形成高压燃气,从火箭尾部的喷管高速喷射出去。当高速气流向后喷出的时候,对携带通信卫星的火箭本身产生一个向前的推力就象开枪射击时子弹射出去对枪本身产生的后座力,这种推力就是火箭发射的动力。

要想使人造地球卫星挣脱地球的引力,而飞翔于太空,必须使发射速度足够高,学过物理的人都知道,有三个宇宙速度。要使物体能够环绕地球运行,它的速度至少要达到每秒 7.9 公里,这个速度叫第一宇宙速度。当物体的运行速度达到每秒 11.2 公里时,它就会沿着一条抛物线脱离地球飞往太阳系其它行星。这是第二宇宙速度。达到每秒 16.7 公里,那么它就会挣脱太阳的引力束缚,沿着一条双曲线轨道飞往太阳系以外的广阔的银河系,这个速度被称为第三宇宙速度。所以

卫星进入环绕轨道必须达到至少每秒 7.9 公里的速度,这么高的速度单级火箭是无法实现,一般都采用多级火箭(多为三级火箭)的方式。

以三级火箭为例,火箭发射时,最下面的第一级火箭首先发动。开始时,速度比较慢,逐渐越来越快,因为这一级火箭是在大气密度最大的空气层中飞行,阻力很大。第一级火箭基本是竖直飞行的,目的是为了尽快脱离空气密度很大的低层大气层。当火箭冲出低空大气层后,开始慢慢地转向斜上方飞行。第一级火箭燃料耗尽后,它的外壳会自动和火箭本体分离。几秒钟后,第二级火箭点火,火箭继续加速飞行,飞行方向也转为水平。当火箭达到一定的速度和高度时,第二级火箭燃料用完,其外壳自动脱离。经过六、七分钟在稀薄的大气中的水平惯性飞行后,第三级火箭开始点火,在几分钟内把它加速到每秒 7.9 公里,第三级燃料用完,卫星按预定计划进入椭圆轨道。

对于一般人造卫星,上述椭圆轨道也就是他的最后运行轨道了。

2. 怎样进入同步轨道

同步通信卫星不同于一般的卫星,它需要进入赤道上空的同步轨道,同步轨道距离地球的距离为 35,860 公里。

发射同步通信卫星的第一步和一般人造卫星的发射有共同的方式,即使它首先进入椭圆轨道。同一般人造地球卫星发射不同的地方在于远地点离地球距离正好为 35,860 公里,而它的近地点只有二百多公里。这个非常的扁的椭圆轨道被称

为转移轨道。用这种发射方法对于发射静止卫星所需的三级火箭推力是最经济的。在刚开始发射过程中,在火箭推动下,使卫星飞行速度正好处于每秒 7.9 公里,它的轨道是一个圆形轨道。在适当时机,增加卫星的速度,使它进入转移轨道。这个由初始轨道进入转移轨道的推力是由第三级火箭给予的。第二步当卫星飞行至转移轨道远地点时,那时卫星离地面距离恰为 35,860 公里,开动卫星上的小型远地点发动机,使卫星由转移轨道进入同步卫星轨道。再经过姿态调整,这时的卫星就可以真正被称之为是位于同步轨道上的同步通信卫星了。

图 8—47 从转移轨道进入静止卫星轨道

3. 非同步通信卫星

目前使用最普通的是静止于赤道上空的同步通信卫星。这种卫星工作稳定可靠,技术上也较简单。但它也有不足之处,同步通信卫星只能运行在赤道上空。在 360° 的轨道圆周上,每 3 到 5 度只能放一个卫星,多了就会互相干扰,所以环绕地球的同步通信卫星,最多只能同时放一百二十颗,随着全球通信量的增多,很可能出现同步通信卫星位置不足的局面。

近年来运动通信卫星的研究重新受到了人们的重视,因为它能弥补静止通信卫星数量受限制的缺陷。

早年,前苏联及东欧国家使用的就是运动通信卫星系统,称作“闪电”运动通信卫星系统。这是因为前苏联的国土地理纬度较高,而静止通信卫星位于赤道上空,有一定的不方便之处,如果把运动卫星系统的远地点定在北半球,这样卫星在前苏联领土上空运行的角速度就较慢,便于地面站跟踪接收,所以有一定的使用价值。运动卫星系统,卫星发射较容易,但由于卫星是运动的,如果只有一颗或几颗卫星,就不能保证地面站之间连续通信;要实现连续通信,必须发射 8 颗以上的卫星。这样,当一颗运动卫星落入地平面以下时,可以转而利用另一颗正在天空中的卫星进行通信,“闪电”卫星系统近十年来发射了近 40 颗左右。运行轨道为椭圆形,远地点为 $40,000$ 公里,近地点 500 公里倾角 65° ,周期 12 小时。这种系统对于跟踪设备要求比较高,一个地面站要求有几套天线和接收设备,所以无论地面站还是卫星上的设备费用都比静止通信卫星贵一倍以上。一般民用上不采用这种系统,它在军事上应用

比较广泛,因为它发射容易,机动性强,如在战争时被破坏,可迅速将备用的补充上去。此外一些不适宜利用静止通信卫星的地区如两极,也有使用价值。

现在比较令人瞩目的运动通信卫星系统是低轨道卫星通信系统。

不久前,美国莫托罗拉公司公布了低轨道“铱”卫星通信系统将于 1996 年投入使用的报道,引起了全世界关注。“铱”卫星通信系统实际上是一个低轨道全球数字移动卫星通信网。“铱”系统就象“铱”元素的原子结构有七十七个电子围绕原子核运动一样,整个“铱”系统由七十七个颗低轨道运行的小型卫星组成。轨道高度为 765 公里,沿着七条环型轨道运行,每个轨道平面上均匀分布着 11 颗卫星。这些卫星体积不大,直径约 1 米,高约 2 米。卫星与卫星间也可以接力传输。由于这个系统卫星的轨道较低,不需要庞大的地面接收设备,使用手持式无线移动电话就可以利用通信卫星进行通信。这是一个诱人的计划,如果获得成功,一个遍布全球的移动通信网将出现在天空中,那时人们在地球上任何地方包括陆地、海洋、天空都可以使用便携式无线移动电话进行通信。

卫星通信系统

1. 卫星通信系统的构成

卫星通信系统本身包括通信卫星、卫星控制中心及卫星通信地面站三部分。

通信卫星上主要电子设备是通信天线和中继收发器,它们的作用是接收来自地面的信号,进行放大和频率变换,再发送回地球。频率变换之所以需要,是为了避免接收机和发射机彼此互相干扰,需要使通信卫星的放射频率和接收频率不相同。电子设备还包括无线电遥测和遥控指令装置。卫星控制中心通过这些装置可以随时调整卫星的位置和姿态,使它的天线始终准确地对准地球上预定的接收区域。

地面站由天线系统、控制系统、发射系统、接收系统、终端系统及电源系统等六部分组成。天线系统非常庞大,是供发射和接收信号用的,发射系统将需要发出去的音频信号或视频信号调制到工作波段的载波上,用大功率放大器放大后经天线向卫星发射。接收系统将卫星发来的信号接收下来,经过放大、检波后送至终端系统。终端系统把电报、传真、电话信号送至电信局或通信中心;把电视信号送至电视广播台。通信控制系统控制地面站各系统的工作状况。电源系统为地面站各部分提供电源。

2. 卫星通信使用的频率

卫星通信所使用的无线电波,必须能够穿过大气层和电离层,因此不能使用那些容易被电离层吸收和反射的低频电波。另外,频率太高的电波,又容易受雨、雪、雾等气候条件的影响。这就是说存在着一个最适合于进行卫星通信的无线电频段,它的范围是1~10千兆赫。我们前面介绍过卫星通信的发射频率和接收频率是不一样的。目前一般采用6/4千兆赫制,就是地面站向通信卫星发射的载波频率为6千兆赫,卫星

接收到后将它转换为 4 千兆赫左右频率的电波,再发送到另一个地面站。为了扩大通信容量,更主要的是为了避免与地面微波线路互相干扰,现在正在研究使用更高频段的无线电波。目前已经开始使用 12/14 千兆赫微波频段,将来 20/30 千兆赫频段能研制成功并被利用,将带来更大的商业价值,因为它能提供更多他的话路。

3. 卫星通信是怎样进行的

卫星通信的业务范围很广,它的整个通信过程是怎样的呢?下面我们通过卫星电话的使用来作一详细介绍。

假如你想通过卫星和千里之外的某个用户通电话,必须首先接通你所在城市的长途电话局,通过它把你的线路与卫星通信系统的地面站连接起来。然后地球站把电话信号发射给通信卫星,经放大后再转送给对方用户所属的地面站。地面站将这个电话信号取出来后送到当地的长途电话局,最后由长途电话局和对方用户连通。上述过程中,电信号虽然走了那么长的路程,经历了那么多次的变换,但实际上是瞬息之间就完成了。如果我们对此不太了解的话是很难想象出来的。利用卫星进行电视转播的过程也相似,电视台制作好的节目首先要通过微波接力系统传送到地面站。电信号由地面站发送到通信卫星上,然后再发送回另一个地面站,由地面站进入当地微波通信网,最后到达当地电视台。电视台再通过发射塔将信号发射出去,当地的千家万户就可以利用电视机看到电视实况转播了。

卫星通信的业务范围正不断扩大和充实,除了通电话和

转播电视节目外,还可以传递电报、传真、数据通信等多种信号。卫星通信已经给我们创造了这样一个条件,我们在地球上任何一个地方都可以和任意一个其它地方取得通信联络。随着科学技术的发展,相信卫星通信会给我们带来更大的便利。

十一、数字通信、数据通信和通信网

数字通信

1. 从电话谈起

数字通信,就是指把各种包含信息的信号都变换成数字信号进行传输的通信方式。什么是数字通信?为什么叫数字通信?要了解数字通信,首先要了解模拟通信,数字通信是在模拟通信基础上发展起来的。

模拟通信最简单的例子就是早期电话,前面我们已经介绍过电话的原理,电话是由送话器接收声音,并把它转变为同频率的连续变化的电信号,然后由传输线将这种信号传送出去,在接收端由受话器把电信号再还原成声音。所谓模拟通信与数字通信,它们主要的区别是在传输过程。早期电话是一个典型的模拟通信系统,它是把送话器转换的电信号直接或者加载在高频电流上进行传输,总之,传输中传送的电信号是连续变化的。而数字通信则不同,数字电话系统在传输过程中传送的信号不再是连续变化的,而是有间隔的、不连续的信号。这种信号被称为数字信号。数字信号和模拟信号的关系可以类比为石英钟和机械钟之间的关系。机械钟的指针是连续走

动的,它在每一时刻都指向钟的盘面的某一点,因而能精确地反映这一时刻的时间。石英钟是数字式显示,数字的基本单位是秒,因而时间的显示是跳动式不连续的,使用石英钟我们只能知道一个大概的,但对我们的日常生活已经具有足够精确度的时间。

图 8—48 数字信号和模拟信号

模拟通信可能很好理解,但数字通信就比较抽象了。间断的、不连续变化的信号怎么能产生连续的声音呢?这个问题我们还是慢慢地来解释清楚。

2. 数字和数字通信

我们知道,报发中文电报时,不能直接发送汉字,要对汉

字进行编码,也就是每个汉字都要用一个四位阿拉伯数字来代替,比如“王”可用 3801,“李”可用 5279 来代替等。所以发电报时传送的并不是汉字,而是数字信息。这是一种比较直观的数字形式的通信。当然实际的数字通信并不是这么简单,但是由此可以说明,各种信息如文字、图象、声音等都可以用数字编码来表现出来。就象是用砖头盖楼房一样,数字就相当于每块砖头,单独看都差不多,但按照一定的规划就可以盖出各式各样的房子。

实际的数字通信并不是采用我们平常所用的十进制数字,而是采用二进制数字。

二进制数字只有“0”和“1”两种数字,它是逢“二”进“一”。以三位二进制数字为例,“000”就相当于十进制的“0”,“001”就相当于十进制的“1”,“010”就相当于十进制的“2”,“011”就相当于十进制的“3”,以此类推,“111”就相当于十进制的“7”,也就是说三位二进制数字可以表示从“0”到“7”共八个数字。为什么舍去我们使用习惯的十进制数字而采用二进制呢?二进制的好处在于可以很清楚而方便地用电压的高低或电流的有无这两种状态来表示“0”和“1”这两个数字。

图 8—49 代表二进制数字的电压信号

莫尔斯电报实际上就是一种早期的数字通信。它是利用莫尔斯电键按下的时间的长短发出的“点”和“划”的不同给合

来代表字母、数字和符号。根据规定,发“点”需 $\frac{1}{20}$ 秒的时间,发划需 $\frac{3}{20}$ 秒时间,也就是发一个“划”要三倍于“点”的时间,“点”和“划”相互之间要有相当于一个“点”时间的间隔。如果用“1”表示有电流,用“0”表示无电流,那么“划”就可以用“1110”来代表,“点”就可以用“10”来代表。

图 8-50 莫尔斯电码的电压信号

再往远一点说,古代的烽火通信,也是一种数字通信方式。它是利用烽火表示有敌人入侵,不点燃烽火表示没有敌情。所以,数字通信也许不能算是新生事物,它有着深远的历史传统。

3. 从模拟信号到数字信号

经过上面的介绍,我们可能对数字通信有了一个大概的认识。现在的问题是怎样把连续的模拟信号转变为离散的数字信号,又怎样把数字信号还原为模拟信号,以便在接收端实现声音、图像等信息的重现。

一个最基本也是最常用的方法是脉冲编码调制的方法,简称为 PCM,我们现在简单介绍一下 PCM 的原理:

脉冲编码调制要经过取样、量化和编码三个过程。取样,就是以间隔一定周期对连续的模拟信号抽样得到的脉冲来代表这个模拟信号。但取样并不是随便取的,必须是满足一定频率的周期取样,才能保证还原为原信号时不发生失真。取样频

率要服从取样定理:取样速率至少是信号最高速率的两倍才能反应出原信号的真实情况。

图 8—51 模拟信号的取样

取样后,信号虽然在时间上是离散(即不连续)的了,但在幅度上仍然是模拟性质的。量化和编码就是对取样值用“四舍五入”的方法进行近似,然后表示成二进制数码形式。经过上面一系列步骤,模拟信号就变成了数字信号。

在接收端,数字信号还要还原为模拟信号,这就需要经过上述过程的逆过程来实现。

4. 数字通信是通信的发展方向

既然采用数字通信要经过复杂的模数和数模转换,岂不是舍近求远了吗?当然不是,近年来数字通信有了很大发展,

在许多领域里已逐渐取代了模拟通信的地位。这是因为数字通信相比于模拟通信有着许多优越性。

图 8—52 数字信号的再生

(1) 数字通信抗干扰能力强。数字通信是用数字“1”或“0”，即脉冲的“有”或“无”来传递信息的，只需识别这两种状态即可。只要干扰不太大，不足以使脉冲变“有”为“无”；或变“无”为“有”，就可以通过“再生器”把脉冲整形，把干扰去掉，恢复到原来的波形，不致失真。

模拟通信则不同，它是用正弦波的幅度、频率或相位的连

续变化或者是脉冲的幅度、位置或宽度的变化来传送信息的。干扰和失真会伴随着所传送的信息送到接收端。由于它是连续变化的信号,不仅不能用“再生器”整形的办法除去干扰和失真,反而随着传输距离的增加,干扰和失真会积累起来,使通信质量变坏,传输距离因此受到限制。

(2)数字通信设备采用的数字逻辑电路,可以应用固体化和集成电路技术,它体积小、重量轻、耗电省、共用部件多,便于生产。

(3)数字通信便于实现抗干扰编码和保密编码,可以提高通信的可靠性和保密性。

(4)数字通信采用计算机可以识别的二进制数字,便于计算机联网。电报、电话、传真、数据、可视电话、广播、电视等多种信号都可以经过编码综合到数字通信线路上传输和交换,可以实现灵活、经济的综合数字通信网。

数字通信也有它的缺陷,它占用的频带比模拟通信要宽。但是目前光纤通信正在蓬勃发展,利用光纤传输可以提供比其它传输方式大得多的通信容量,相信随着光纤通信的普及,数字通信的这一缺陷的影响将越来越小。

数据通信

1. 数据是阿拉伯数字吗?

在日常生活中,我们经常见到“测量数据”、“实验数据”、“统计数据”之类的名词。由此,我们可能会产生这样的印象:

数据就是一些阿拉伯数字。

然而数据通信所指的“数据”的含义和范围比阿拉伯数字要广得多。它是指在传输时可用数字信号代表的各种信息,可以是一份资料、一篇文章、一张设计图纸,也可以是声音和活动的图象,甚至可以是人的思维、思想,只要是能够用二进制数字进行编码的都可以成为数据。比如一张设计图纸,若定出该图纸的坐标,就可以对图纸上的各种点和线进行编码,这样一张设计图纸就可以用离散的数码序列来代表;再如人的思维、思想都可以提炼整理,成为文字的形式,而文字又可以采用类似电报码的方式进行编码,得到代表它的数码组;人的话音和活动的图像的模拟信号,经过我们前面在数字通信中讲过的“数字化”过程,也可以转变成二进制表示的数字信号。其实,“数据”并不涉及到它的原始信息是什么,只看它现在是不是离散形式的数字信号。

2. 数据通信——一种崭新的通信方式

电子计算机的出现将人类带入了信息社会。计算机对数据有着强大的存储和处理能力,复杂的数据我们人手计算可能要花几十年的时间,而一台计算机可能几秒钟就能完成,并且计算机的计算结果具有人手计算无法达到的精确度。

在开始有计算机的时候,人们只是把它看成一种单独的计算工具,用它来代替人手或计算尺进行解题和做一些科学计算。要使用计算机,就必须将待处理的数据资料送到计算机站。为此,有的人通过邮局把数据资料结果寄回来;有的甚至派出专人乘坐火车、轮船或飞机将数据资料送到远地的计算

机站,然后再把计算机的处理结果带回去。这样就浪费了大量时间,对于紧急的数据资料,例如气象资料等,显然不能及时处理,从而使其失去时效。另一方面,计算机经常需要等待人来输入数据,也不能发挥它快速计算的能力。于是人们提出这样的问题:能否做到使用户可以把待处理的数据通过通信线路传送给计算机,经计算机处理后,再将计算结果通过通信送回给用户,从而达到远距离使用计算机的目的?这一愿望在五十年代中期,由于数据通信的出现而得到了实现。

图 8—53 自动防空系统

最早的数据通信系统是 1958 年美国研制成功的用于国防的自动防空系统。在这个系统中,雷达站发现目标后,就不断地将测出的目标距离、高度、方位、速度等数据自动编码,以数据信号形式传输到指挥控制中心的计算机内,计算机收到这些不断变化的探测数据,加上另外输入的代表当时当地的

风向、风速等环境参数的数据,以及预先存储在计算机内的敌机性能和我方火炮网的数据,就可以按预先编制的程序进行分析和运算,算出敌机的航线和我方火炮网的射击方案,随即以数字信号形式将指令传输给相应的火炮,控制火炮的射击。此后三十年,数据通信迅速地向前发展。目前它已广泛应用在了气象预报、城市交通管理、银行储蓄汇兑、铁路和航空座位预定、企业管理、医疗保健等多方面。

数据通信是通信与计算机结合的产物,这种结合不但可以使本领高强的计算机能为更多的人服务,而且它拥有的丰富的资源也能为更多的人所分享。如果我们把一台台分散的计算机看成是许多信息社会里的一个个点,把通信线看成是许多纵横交错的线的话,那么数据通信就是这些点与线的结合。

数据通信是电报通信和电话通信之后的第三种通信方式,它和传统的通信有着根本的不同,传统的电话电报通信是人与人之间建立的通信,而数据通信则是人与计算机或计算机与计算机之间的通信。数据通信对于提高现代社会的效率会起很大作用。

数据通信和数字通信又有什么关系呢?应该说这是两个不同类的概念,数字通信是一种传输手段,凡是以数字信号传输的都是数字通信;数据通信是指一种通信方式和通信内容。它们又是有联系的,数字通信是数据通信的基础,数据通信一般都是以数字通信形式进行传输的。

数据通信由三部分构成:

数据终端设备,它相当于人的感觉器官——眼、耳、鼻、

口,是人和数据通信系统的交接点。一个系统可以有多个终端,就象章鱼的许多个触脚,人类社会所发生的信息要通过它输入数据通信系统,经过计算机加工处理后又由它反馈回人类社会。常见的终端有键盘打印机、图表显示器、卡片阅读器等。

数据传输设备,它相当于人的神经系统。传输线路是多种多样的,可以是有线的,也可以是无线的,其中光纤线路由于通信容量大而更受人青睐。

数据处理设备,也就是系统中的计算中心,它相当于人的大脑,具有处理复杂数据的能力。

数据通信缩短了时间和空间上的距离,有助于人类从繁重的脑力劳动和体力劳动中解放出来,随着通信网的发展,特别是综合数字通信网的出现,它将会发挥更大的作用。

通信网

1. 什么是通信网

我们知道在任何时代、任何社会、任何环境下,人们为了生活中各方面的需要,都必须互相了解情况,彼此交换信息,谈话就是一种交换信息的方式。也就是说,人们无时无刻不在需要进行信息沟通。从前面我们已经了解到传递信息的各种途径,如电报、电话、传真以及数据通信等。为了让信息安全有效地到达四面八方,就要建立合理的通信网来实现各种通信手段。

实现信息的传递,需要有信息的来源可以叫做“信源”,信源要传给另一方需要经过的通道叫做“信道”,信源到达目的地后就有了归宿,故可称收信方为“信宿”。有了信源、信道和信宿就可以构成一个最简单的通信过程。

我们都知道,正常情况下,人们的说话声音只能传到几米远的距离,我们放声呼喊,也只能传到40米左右的距离。在没有电子通信设备之前,人们为了扩大声音的传播距离,把双手放在嘴边做成喇叭状,或把竹筒做成喇叭状的传声筒,让声音集中向某一方面,这样传播的距离又增加了一些,这种传声筒也是一种信道,它使信息的传递距离有所增加,但这种作用只是向前迈了一小步。

直到十九世纪,先后发明了电报和电话,人的声音由电报机或电话机转变成电信号,然后经过传输线将电信号送到对方,电信号在到达对方后,再用电报机或电话机还原成原来的声音,这样的过程即称作“电信通信”。现在我们再问声音到底能传递多远呢?回答是:需要多远就多远,这是一个没有限制的数字。

现代通信事业的发展,使得通信的内容也越来越丰富了,不光是声音,图像,还有文字、图表、数据等,我们称它们为“信源”,这些不同的信源,对应其相应的设备,如电话、广播台、电传机、电报机、传真机,电视摄像机等,这些设备把信源的信息分别转变成相应的电脉冲信号,电磁波信号。光波信号等等,然后,这些电信号在它们适合的信道内传送,如架空明线,同轴电缆、微波通信卫星,到达对方后,再由各自相应的设备还原成本来的面目,即回到“信宿”

尽管道信的形式各有不同,传输的途径也不一样,但它们都有个共同之处,即由“信源——信道——信宿”构成,这是组成通信网的基本单元。任何一个复杂的通信过程都可以最终归结到这三个步骤。

图 8—54 任意两点互连的网

通信网的基本单元,是最简单的两点间通信,我们国家幅员辽阔,电信用户如繁星般分布在全国各地,每个用户都要有最完整的通信服务,如用户不但要求配有电话机,同时也需要传真机,电报机,以及无线电信号终端接收机——电视及收音机,以便从外界获得他所需要的信息,或者把他自己的资料

和外界进行交流,用户分别处于不同的地方,可以假设为一个平面上随机分布了无数个点,这无数个用户每两个之间都能交流信息,就象在平面上连无数条线,组成一个平面网。如果每个用户都要求有电话、电视、电传、传真、广播等多种服务要求,这个网就变成立体式的了。事实上,通信网就是一个纵横交错的三维空间网,最高层是卫星通信,大气层中有微波通信,自由空间有短波中波,陆地上有架空明线,同轴电缆被埋入地下,再往下还有海底电缆,这每一种的传递方式都可以传递几种信息,如,卫星通信,可以传递电视信号,也可以传递电话信号。

通信技术是一门应用技术,它是数学理论和电磁理论的综合,一个完美的通信网必须在数学上是最直接的和简洁的,在电气工程上是最有效的和最省线的,这是科学家和电子工程师所追求的理想。

2. 通信网的组成

一个有效而又经济的通信网是怎样组成的呢?

假设某地有五个点,代号为1,2,3,4,5,其中点1是该地区的政治、经济和文化中心,人口较为集中,也是当地的交通枢纽,为了使这五个地点都能够相互通信,我们将怎样来设计通信信道呢?

首先,一个最直接的方法被大家提出来,就是把任意两点之间用直达线路连接起来,这样每一点都能和其它四点通话,考虑到点1是繁荣的地点,和其它点的交流比较多,把点1放到该四点的中心。(如图)这样便构成了连接五个地点的通信

网,很明显,在这个通信网中,通信十分快捷,而且安全可靠,因为每一点和它的各点之间都有条直达的“信道”,如果在某一方向的信道发生了故障,只是这一方面的通信受阻,而其它方向的信道是畅通的。这时,也可利用邻近的线路迂回转接,假如,1—2 线路故障,如果二者之间要求通话,点 1 可以通过 1—3 信道,和点 3 取得联系,再由 3—2 通道就和点 2 发生联系了。这种通信网还有一个优点,就是各点之间都是端对端的直达线路,各点之间的通信没有相互的干扰,通信质量比较高。

图 8—55 只与中心相连的网

电话是人们进行远距离交流的工具,它是由于社会的发

展,人们自然而然地产生了这种“需要”,从而造就了这一“工具”,而它的产生又对社会的发展起了巨大的推动作用。显然,人们这种交流的“需要”是不一样的,在人口稠密的中心城市,政治、经济、文化活动频繁,它和外界的交流量大,而偏远的地区,它们和城市的交流较多,而各个山区之间的交流就相对比较少。如上面的例子,假设点 1 是市中心,而其它 2,3,4,5 点分别为城市周围的农村乡镇,一般情况下,点 1 和其它四点的联系较密切,通信繁忙,信道的利用率最高。点 2 则和与它相邻的 3,5 点必有一些联系,也能够相互交流,信道的利用率少于点 1—2 的利用率。由于历史和地理原因,点 2 和点 4 距离最远,交流最少,通道 2—4 的利用率最低。

我们知道,电缆通信信道是由高度提纯的金属制成,价格非常昂贵,如果信道的利用率低的话,似乎就不很经济,人们就要去寻找新的联网方式了。

既然在线路故障时,点与点可以迂回通信,那么索性把利用率低的信道去掉,而通过某一点转接一次,同样可以达到交流的目的。于是上面的网就简化成这个样子了。那个作为转接的点选在地理中心,同时也是交通枢纽和政治、经济、文化中心,在这一点安装一个交换机,来完成各点联系的转接任务,而该点和其它各点的联系仍同原来一样。假如,点 1 和 2 之间通信,是端到端的两点间通信,点 2 和 3 之间通信,则是经过信道 1—2,中心交换机,信道 1—3 三部分完成,显然,这时信道的利用率比原来要高。现在,我们可以算一笔帐。在前一个图形中,联接五个点共有 10 条信道,在后一个图形中,只需要四条信道就行了,如果把中心交换机的位置选的合适,信

道的距离可以变得更短。细心的朋友可能已经注意到了,电信局往往位于城市的最繁华地带,比如在北京繁华的长安街上,在东单、西单两处寸土寸金之处,分别有市内电话局,电报局、长途电话局三个电话局。

这种方式也有它的缺点,虽然,减少了大量的信道投资,但也增加了交换机设备的投资,而且,通过一次转接使电话的接通时间变长了,在安全可靠方面也有不足,点 2,3,4,5 都只有一条线与点 1 联接,这是唯一信道,一旦发生战争。自然灾害或人为造成的故障,该点就不能与外界交流了,如果作为通信中心的点 1 发生故障,则整个网就瘫痪了。

(a)星形网 (b)网形网 (c)链形网 (d)环形网

(e)蜂窝网 (f)格形网 (g)栅格形网 (h)立体形网

图 8—56 通信网的种类

通信网也随着技术的发展变得越来越大,由于社会的需要和技术的不断更新,通信的内涵也变得更为丰富,已由原来的电话,电报发展成图像,文字,数据等等,通信网也变得各种各样。一个部门便可以建立一个网,和我们生活有很大联系的银行,就拥有一个自己独立的网,由微机控制,同时也可以使

分布在不同地方的储蓄所通存通兑,既方便了用户,也提高了银行的资金周转能力。大的通信网可遍及全世界,利用卫星通信技术和海底电缆,把地球上的各个国家和地区联在了一起,真可谓“天网恢恢”呀。